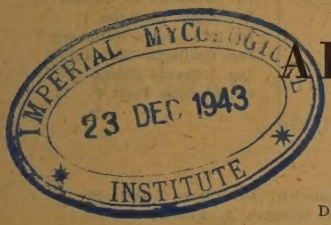
ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA



DIRECTOR: EMILIO REBUELTO

SEPTIEMBRE 1941 — ENTREGA III — TOMO CXXXII

SUMARIO

Pág.

SECCIÓN SANTA FE DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA:
Sesión de comunicaciones del 25 de julio de 1941 97
G. A. FESTER. — Colorantes de insectos 97
GUSTAVO A. FESTER Y ADOLFO COLLADOS. — Destilación por arrastre en medio anhidro 97
JOSÉ PIAZZA. — Calentamiento del vapor en equilibrio con una solución en las condiciones críticas 98
E. SCHIEL Y A. RAGONESE. — La infección de la alfalfa con *Rhizobium Meliloti D.* en la Provincia de Santa Fe 98

GUSTAVO A. FESTER. — Colorantes de insectos 100
ELENA BERJMAN. — Una solución de ajustamiento (*Continuación*) 104
LUIS TOSSINI. — El río Paraguay 118
C. C. D. — Bibliografía 135

BUENOS AIRES
CALLE SANTA FE 1145

1941

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Dr. Pedro Visca †
Dr. Mario Isola †
Dr. Germán Burmeister †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. R. A. Philippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Carlos Berg †
Dr. Valentín Balbín †
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. César Lombroso †
Ing. Luis A. Huergo †
Ing. Vicente Castro †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Dr. Estanislao S. Zeballos †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †
Dr. Walter Nernst
Dr. Alberto Einstein
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Ing. Guillermo Marconi †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. Enrique Ferri †

CONSEJO CIENTIFICO

Ing. Félix Aguilar; Ing. José Babini; Dr. Horacio Damianovich; Dr. Claro C. Dassen; Prof. Carlos E. Dieulefait; Dr. Juan A. Domínguez; Dr. Gustavo A. Fester; Dr. Alfredo Franceschi; Dr. Joaquín Frenguelli; Dr. Josué Gollan (h.); Dr. Bernardo A. Houssay; Dr. Cristofredo Jakob; Dr. Ramón G. Loyarte; Dr. Emiliano J. Mac Donagh; Dr. R. Armando Marotta; Dr. Julio Méndez; Ing. Agr. Lorenzo R. Parodi; Dr. Franco Pastore; Capitán de fragata Héctor R. Ratto; Vicealmirante Segundo R. Storni; Dr. Alfredo Sordelli; Dr. Reinaldo Vanossi; Dr. Adolfo T. Williams; Dr. Enrique V. Zappi.

JUNTA DIRECTIVA

(1941-1942)

Presidente	Ingeniero **Jorge W. Dobranich**
Vicepresidente 1°	Ingeniero **Enrique Chanourdie**
Vicepresidente 2°	Doctor **Claro C. Dassen**
Secretario de actas	Profesor **José F. Molfino**
Secretario de correspondencia .	Ingeniero **José S. Gandolfo**
Tesorero	Ingeniero **Edmundo Parodi**
Bibliotecario	Doctor **Reinaldo Vanossi**
Vocales	Ingeniero **Carlos A. Lizer y Trelles** Ingeniero **Antonio Paitoví** Ingeniero **Nicolás Besio Moreno** Doctor **Antonio Casacuberta** Ingeniero **Julio R. Castiñeiras** Doctor **Marcelino Herrera Vegas** Doctor **Jorge Magnin** Doctor **Juan Nielsen** Doctor **Juan C. Vignaux**
Suplentes	Doctor **Lucio D'Ascoli** Doctor **Santo S. Farè** Ingeniero **Carlos M. Gadda** Doctor **José Llauró** Ingeniero **Benno J. Schnack** Ingeniero **Eduardo Volpatti**
Revisores de balances anuales	Ingeniero **Pablo E. Bordenave** Doctor **Jacobo Walner**

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Los manuscritos, correspondencia, etc. se enviarán a la sede social, Santa Fe 1145.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 321-325 - Buenos Aires

SECCION OFICIAL

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SECCION «SANTA FE»

Sesión de comunicaciones del 25 de julio de 1941

El 25 de Julio de 1941 a las 18, en uno de los laboratorios de la Facultad de Química Industrial y Agrícola tuvo lugar una sesión de comunicaciones científicas con demostraciones experimentales, organizada por la Sección Santa Fe de la Sociedad Científica Argentina. La reunión fué presidida por el Presidente ingeniero químico Guillermo Berraz y a ella concurrió un crecido número de socios, de estudiantes de la Facultad y público interesado en los asuntos comunicados.

Se presentaron cuatro comunicaciones científicas, cuyos resúmenes publicamos a continuación:

COLORANTES DE INSECTOS

Por G. A. FESTER [1]

DESTILACION POR ARRASTRE EN MEDIO ANHIDRO [2]

Por GUSTAVO A. FESTER y ADOLFO COLLADOS

Se comunica sobre algunas investigaciones que se refieren a la destilación por arrastre con determinadas fracciones de kerosene. El procedimiento ha sido aplicado a distintas substancias de fun-

(1) Este trabajo in extenso se publica en esta misma entrega de los *Anales*.

(2) Sobre los detalles del trabajo véase *Revista de la Facultad de Química de Santa Fe*, t. IX (en prensa).

ción fenólica, especialmente al pirogalol, que por su elevada solubilidad en agua no se presta para el arrastre con vapor de ésta. La destilación física en este caso, ha sido combinada con la transformación química previa, del ácido gálico en pirogalol. Además, se estudió no solamente el comportamiento de las substancias aisladas, sino también que se destilaron hojas de quebracho colorado con kerosene, obteniéndose un rendimiento del 63 % de la cantidad teórica de pirogalol que debiera formarse del ácido gálico contenido en las hojas, contra un rendimiento del 26 % por vía de destilación seca.

CALENTAMIENTO DEL VAPOR EN EQUILIBRIO CON UNA SOLUCION EN LAS CONDICIONES CRITICAS

Por JOSE PIAZZA

En esta comunicación, cuyo texto será publicado in extenso, se describe el comportamiento de soluciones alcohólicas y etéreas de substancias no volátiles en las condiciones críticas y superiores a las críticas.

Se estudia el comportamiento de estas soluciones en tubos sometidos a una diferencia de temperatura y se observa que en ciertas condiciones la fase disuelta tiende en concentrarse en la zona de mayor temperatura.

LA INFECCION DE LA ALFALFA CON *RHIZOBIUM MELILOTI D.* EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

Por E. SCHIEL y A. RAGONESE

En esta comunicación los autores resumieron las principales experiencias de laboratorio y ensayos a campo realizados con el fin de determinar la utilidad de la infección de la alfalfa con cultivos puros de *Rhizobium meliloti D.* en la provincia de Santa Fe, donde por primera vez en el país se ha encarado experimentalmente este problema de nutrición de las plantas leguminosas.

Después de exponer los resultados obtenidos, llegan a la conclusión de que la infección es beneficiosa principalmente en las tierras donde los bacterios radicícolas son poco abundantes, obteniéndose

dose aumentos estadísticamente significativos en rendimiento de heno y proteína, y mayor vigor en las plantas; para que la infección proporcione los mismos resultados en tierras donde los bacterios son abundantes, es imprescindible la selección previa de razas muy activas, es decir muy buenas fijadoras de nitrógeno.

Además realizaron numerosas experiencias de laboratorio para determinar, sobre todo, los medios de cultivos más apropiados para los bacterios y la planta huésped, como así también la densidad más adecuada de infección, la longevidad de los bacterios sobre la semilla infectada, y el tiempo que las culturas pueden ser conservadas para que mantengan su eficiencia.

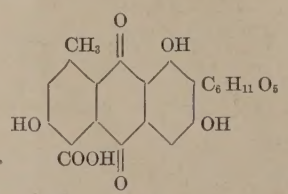
Trabajo realizado en el Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola-Ganadero de Santa Fe.

COLORANTES DE INSECTOS

POR

GUSTAVO A. FESTER

Aunque los colorantes de las cochinillas ya se usaron en la técnica antigua en el viejo mundo, como asimismo en el ciclo cultural precolombiano, la faz científica de estas substancias, hasta hoy día todavía no está aclarada con toda satisfacción. El progreso más grande de la investigación científica se debe a los trabajos de O. Dimroth [1], que estableció la fórmula para el ácido carmínico de la cochinilla común *Coccus cacti* de México y Centroamérica. En esta fórmula, que damos a continuación, falta todavía para aclarar la constitución del grupo lateral sacaroide; por el mismo autor ha sido comprobado, que el ácido « kermes » de la cochinilla europea *Coccus ilicis*, distinto del ácido carmínico, contiene en vez de dicho grupo el radical más sencillo —$COCH_3$. A esta diferencia de la constitución corresponde también una del espectro de absorción, es decir los máximos de absorción del colorante del kermes están algo corridos hacia el lado azul.



En cuanto a los colorantes usados en la época precolombiana del antiguo Perú, hasta ahora nadie dudaba, de que los tonos carmesí hayan sido producidos por el mismo ácido carmínico, aunque el Dr. F. Herrera, prestigiado botánico de la Universidad del Cuzco,

(1) *Annalen d. Chemie* 411, pág. 315 (1915) y *Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellschaft* 53, pág. 471 (1920).

sostenía la opinión, de que la cochinilla, cuya cría nos relatan los cronistas, probablemente no era la especie *Coccus cacti,* sino el *Dactylopius confusus,* que hoy día todavía se usa a veces en la tintorería local. Inducido por esta observación, hemos examinado espectroscópicamente 6 muestras de tejidos parcialmente colorados, que obtuvimos del Museo de Lima y que proceden de la afamada necrópolis de Paracas. Aunque los matices varían desde carmín hasta rojo ladrillo, hemos encontrado en todas las muestras el mismo colorante, pero completamente distinto del ácido carmínico, como surge de los datos ya publicados en un estudio anterior (2):

	Colorante peruana	Acido carmín (*Coccus cacti*)
Bandas de absorción (en NH_3 o NaOH)	542 ; 505 μμ	571; 528; (495) μμ
Color de la soluc. amoniacal	carmesí menos azulado	carmesí más azulado
» de la laca de aluminio	rojo ladrillo	rojo violáceo
» de la laca de estaño	rojo ladrillo	escarlata hasta carmesí
» de la laca de plomo	carmesí	violado azulado
» de la laca de cromo	carmesí sucio	violado rojizo
» de la laca férrica	pardo rojizo	pardo obscuro violáceo

Siempre los tonos de los colorantes peruanos son menos azulados, lo que corresponde a la situación de las bandas de absorción. En ambos casos, las soluciones alcalinas se descoloran bajo efecto de la luz, pero la del ácido carmínico más rápidamente.

Lamentamos que no nos fué posible obtener algunos ejemplares de la especie de *Dactylopius confusus,* que es muy escasa en la República Argentina. Por otra parte, al Ing. C. A. Lizer y Trelles (3) agradezco otra especie del mismo género, el *D. tomentosus,* igualmente raro en el país, y al Dr. C. C. Hosseus el *D. ceylonicus,* más común y que se utilizaba bajo la denominación « la grana de la penca » para fines de tintotería en la Sierra de Córdoba.

Siendo algo engorroso el desprender los cuerpos de los insectos del filamento pegajoso, recomiendo agitar y calentar con alcohol, eliminando así la mayor parte de la envoltura. Luego se aplastan los cuerpos de las hembras en un pequeño mortero y se calienta

(2) *Los colorantes del antiguo Perú, Archeion,* XXII, pág. 229 (1940).

(3) Compárese el catálogo de este autor de los Cóccidos vernáculos de la Argentina en *Physis,* XVII, pág. 157 (1939).

con nueva porción de alcohol y una gota de ácido clorhídrico, disolviéndose ahora el colorante. La solución clarificada se lleva a sequedad y el residuo se disuelve sin calentar en soda cáustica o amoníaco, clarificando en caso de necesidad otra vez por decantación o centrifugado. El tratamiento de los tejidos es más sencillo. Los de las tumbas peruanas ceden fácilmente su colorante al amoníaco, mientras que para fibras teñidas con ácido carmínico hay que solubilizar el colorante por calefacción con ácido clorhídrico diluído y alcalinizar luego, lo que tiene también el provecho, que la solución está casi libre de restos de fibras. En todos estos casos de preparaciones de tales colorantes hay que evitar exponer soluciones alcalinas al efecto de la luz y de temperaturas elevadas.

En lo que se refiere al resultado del análisis espectroscópico, tenemos que confesar que no ha resuelto el problema del colorante peruano, sino al contrario ha acentuado todavía más el interrogante del estudio anterior. Lo único seguro es, que los colorantes de las dos especies de *Dactylopius* son completamente idénticos, pero bien distintos del colorante precolombiano. Persisten entonces las posibilidades, de que el colorante de *D. confusus* sea diferente del de las otras especies o que el tinte de Paracas se haya alterado durante el milenio transcurrido o por fin, que procede de otra clase de insectos que los *Dactylopius*. En todo caso, es indispensable examinar en el mismo Perú cualquier insecto que produce colorantes y además tejidos de las más distintas épocas y lugares. Hasta ahora tuve solamente a disposición una manta de una tumba boliviana de edad probablemente no muy elevada, encontrando que ha sido teñida con ácido carmínico, es decir con la cochinilla *Coccus cacti*.

La especie *D. ceylonicus* (que él llama *D. argentinus*) ya ha sido examinada por J. A. Domínguez [4], que indica también la presencia del ácido carmínico, sin indicar, si se hizo un examen espectroscópico. Efectivamente el colorante (lo mismo vale para el de *D. tomentosus*) es muy similar al ácido carmínico, pero nuestra observación dió una pequeña diferencia contra el colorante extraído de *Coccus cacti* del comercio (en solución de NaOH):

Máximos de absorción del colorante de *Coccus cacti* 570 ; 527 μμ [5]
Máximos de absorción del colorante de *Dactylopius ceylonicus* y *tomentosus* ..... 564 ; 524 μμ

[4] Trab. del Inst. de Bot. y Farmacol. Nº 17, B. Aires 1915.

[5] Observación con nuestro pequeño espectroscopio. Los valores (571 y 528 μμ) de más arriba son de la bibliografía.

Podría tratarse entonces de la presencia de otros colorantes que modifican algo el espectro. Por otra parte, es bastante sugestivo, que el ácido del kermes demuestre aproximadamente la misma situación de las bandas ([6]) como en el caso de las dos especies de *Dactylopius*, de modo que no quiero excluir la posibilidad de que se trate de este colorante en vez del ácido carmínico.

Exceptuando las cochinillas mencionadas, incluso el « lac-dye » de *Coccus laca*, existen muy pocos trabajos sobre colorantes de insectos. Un estudio reciente de B. K. Blount ([7]) se ocupa con la strobinina $C_{30}H_{24}O_8$ de *Adelges strobi* y de la lanigerina, una polioxiantraquinona $C_{17}H_{14}O_7$ de *Eriosoma lanigerum*. Este último colorante forma cristales anaranjados, que se disuelven con color carmesí en medio alcalino, sufriendo fácilmente una oxidación a compuestos obscuros. Por el Prof. J. Báez, de Paraná, he obtenido un poco del insecto (en hojas y tallos de manzana). Extrayendo con alcohol en caliente se formó una solución de color rojo-anaranjado. Una observación del espectro original en medio amoniacal no era posible, puesto que la solución tomó de inmediato un tono verdoso-pardusco, demostrando ahora una banda de absorción, difusa entre 560 y 575 μμ y otra, más nítida entre 600 y 610 μμ Con alumbre se obtuvo una laca del mismo color, pardo obscuro verdoso.

([6]) El trabajo de DIMROTH contiene solamente un dibujo de los distintos espectros, de modo que tuve que apreciar la longitud correspondiente de las ondas.

([7]) *Journal Chem. Soc.* London 1936, pág. 1034.

UNA SOLUCION DE AJUSTAMIENTO

POR MINIMOS CUADRADOS SEGUN LOS POLINOMIOS DE GAUSS, MEDIANTE LA DETERMINACION Y TABULACION DE LOS COEFICIENTES PARAMETRICOS DE FUNCIONES PARABOLICAS DE 1º A 5º GRADO, PARA SERIES HASTA DE 100 BASES

Por ELENA BERJMAN
Doctora en Ciencias Económicas

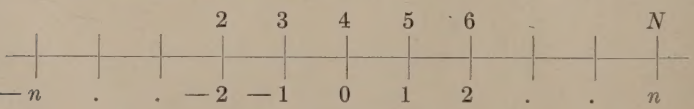
(Continuación)

Capítulo II

1. Posibilidad de determinar coeficientes paramétricos y tabularlos; notación. — 2. método algebraico seguido para nuestros cálculos. — 3. Determinación de los coeficientes paramétricos para una función de la forma rectilínea. — 4. Ibídem para una función parabólica de segundo grado. — 5. Ibídem para una función parabólica de tercer grado. — 6. Ibídem para una función parabólica de cuarto grado. — 7. Ibídem para una función parabólica de quinto grado. — 8. Cálculo numérico de los coeficientes paramétricos. — 9. Idénticos coeficientes paramétricos entre distintas funciones. — 10. Determinación de la ley que permite prácticamente el pase de una función parabólica a otro de grado inmediato inferior o superior.

1. — Se han anotado en el capítulo anterior, las distintas fórmulas que sirven para la determinación de los parámetros de las funciones parabólicas de ajustamiento por mínimos cuadrados, según los polinomios de Gauss y sus inconvenientes de orden operatorio; también se han analizado distintos sistemas de ecuaciones normales, reducidas por el centraje o sea el cambio en el orden de los atributos, de donde ha surgido la posibilidad de tabular sus valores, aislando las ordenadas a fin de facilitar el cálculo y relacionar las distintas funciones entre sí; para ello, es imprescindible desarrollar cada sistema de ecuaciones separadamente.

Cambiaremos algo la notación; como se trabaja con sistemas centrados, nuestras ordenadas se hallarán distribuídas en un eje de atributos equiespaciados de la forma



y habrá un número N igual a $(2n+1)$ bases, y,

$$\Sigma (x_i^2) = 2 (1 + 2^2 + 3^2 + \ldots + n^2) = 2 \sigma_{n_2}$$
$$\Sigma (x_i^3) = 2 (1 + 2^2 + 3^3 + \ldots + n^3) = 2 \sigma_{n_3}$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\Sigma (x_i^k) = 2 (1 + 2^k + 3^k + \ldots + n^k) = 2 \sigma_{n_k}$$

en que, σ, es la suma de las potencias de las variables;

$$n = \left(\frac{N-1}{2}\right),$$

y, k es el orden potencial.

Los parámetros estarán caracterizados por la notación, a con subíndices

1.0	1.1				
2.0	2.1	2.2			
3.0	3.1	3.2	3.3		
4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	
5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5

o sea, la cifra que precede al punto, por ej.: 1. , 2. , determina el grado de la función parabólica, y, el orden del parámetro estará dado por la cifra que sigue al punto, así: 4.1, indica una función de grado 4 y un parámetro de orden 1.; para una función de órden n sería:

$$P_n (x_i) = a_{n \cdot 0} + a_{n \cdot 1} x + a_{n \cdot 2} x^2 \ldots + \ldots + a_{n \cdot k} x^k$$

Las sumatorias en que directamente intervienen las ordenadas, se denominarán λ, cuyo orden será:

$$\Sigma y_i = \lambda_0$$
$$\Sigma y_i x_i = \lambda_1$$
$$\Sigma y_i x_i^2 = \lambda_2$$
$$\Sigma y_i x_i^3 = \lambda_3$$
$$\Sigma y_i x_i^4 = \lambda_4$$
$$\Sigma y_i x_i^5 = \lambda_5$$

2. — En todos los cálculos algebraicos, que se dan a continuación y que conducen a la determinación de los parámetros y sus coeficientes, se sigue el mismo método; una vez indicado el sistema

de ecuaciones normales de Gauss con eje centrado, se obtienen los parámetros por determinantes, se agrupan los términos en relación al orden de las λ, se factorea tratando siempre de que existan términos de estructura similar, tanto en los numeradores como en los denominadores de las fracciones formadas, en forma tal que sea fácil la substitución por valores iguales de las funciones precedentes; de esta forma, el cálculo numérico de los coeficientes puede hacerse en forma de cadena, y la tarea se habrá simplificado.

3. — De acuerdo al parágrafo anterior, tomando la función de la forma rectilínea, se podrá trabajar con ella. Siendo

$$P_1 (x_{.i}) = a_{1.0} + a_{1.1} x_i$$

el sistema de ecuaciones de Gauss, centrado, sería

$$(2n + 1)\, a_{1.0} = \lambda_0$$
$$a_{1.1}\, 2\, \sigma_{n_2} = \lambda_1$$

cuyos parámetros son

$$a_{1.0} = \frac{\lambda_0}{2n + 1} \quad ; \quad a_{1.0} = \frac{1}{2n + 1} \lambda_0$$

$$a_{1.1} = \frac{\lambda_1}{2\, \sigma_{n_2}} \quad ; \quad a_{1.1} = \frac{1}{2\, \sigma_n} \lambda_1$$

y haciendo

$$\frac{1}{2n + 1} = A_1 \quad , \quad \frac{1}{2\, \sigma_{n_2}} = D_1$$

reemplazando se tiene

$$P_1 (x_i) = A_1 \lambda_0 + D_1 \lambda_1 x_i$$

A_1 y D_1 son valores que se han calculado y tabulado para cada una de las variables, para series hasta de 100 bases, y se insertan en el capítulo siguiente.

4. — Para la función parabólica de segundo grado

$$P_2 (x_i) = a_{2.0} + a_{2.1} x_i + a_{2.2} x^2_i \qquad [1]$$

se tendría el siguiente sistema de ecuaciones normales de Gauss, centrado

$$\begin{aligned}(2n+1)\,a_{2.0} + a_{2.2}\,2\,\sigma_{n_2} &= \lambda_0\\ a_{2.1}\,2\,\sigma_{n_2} &= \lambda_1\\ a_{2.0}\,2\,\sigma_{n_2} + a_{2.2}\,2\,\sigma_{n_4} &= \lambda_2\end{aligned}$$

de donde se obtienen los parámetros;

$$a_{2.0} = \frac{2\,\sigma_{n_4}\lambda_0 - 2\,\sigma_{n_2}\lambda_2}{(2n+1)\,2\,\sigma_{n_4} - (2\,\sigma_{n_2})^2}$$

dividiendo el numerador y denominador por 2

$$a_{2.0} = \frac{\sigma_{n_4}}{(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2}\lambda_0 - \frac{\sigma_{n_2}}{(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2}\lambda_2$$

se tiene

$$a_{2.0} = A_2\lambda_0 - B_2\lambda_2 \qquad [2]$$

$$a_{2.1} = \frac{1}{2\,\sigma_{n_2}}\lambda_1$$

$$a_{2.1} = D_2\lambda_1 \qquad [3]$$

$$a_{2.2} = \frac{(2n+1)\lambda_2 - 2\,\sigma_{n_2}\lambda_0}{(2n+1)\,2\,\sigma_{n_4} - 4\,(\sigma_{n_2})^2} =$$

$$= \frac{2n+1}{2\,[(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2]}\lambda_2 - \frac{\sigma_{n_2}}{(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2}\lambda_0$$

$$a_{2.2} = C_2\lambda_2 - B_2\lambda_0 \qquad [4]$$

resumiendo, tendremos, que los coeficientes que determinarán el valor de los parámetros, son:

$$A_2 = \frac{\sigma_{n_4}}{(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2}$$

$$B_2 = \frac{\sigma_{n_2}}{(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2}$$

$$C_2 = \frac{(2n+1)}{2\,[(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2]}$$

$$D_2 = \frac{1}{2\,\sigma_{n_2}} = D_1$$

reemplazando en la función [1], los valores de [2], [3] y [4], se tiene:

$$P_2(x_i) = [A_2 \lambda_0 - B_2 \lambda_2] + D_2 \lambda_1 x_i + [C_2 \lambda_2 - B_2 \lambda_0] x_i^2$$

que es la función parabólica de segundo grado.

5. — Para la función parabólica de tercer grado

$$P_3(x_i) = a_{3.0} + a_{3.1} x_i + a_{3.2} x^2_i + a_{3.3} x^3_i \qquad [1]$$

el sistema de ecuaciones de Gauss, centrado, toma la forma

$$\begin{cases} (2n+1)\, a_{3.0} + a_{3.2}\, 2\, \sigma_{n_2} = \lambda_0 \\ a_{3.1}\, 2\, \sigma_{n_2} + a_{3.3}\, 2\, \sigma_{n_4} = \lambda_1 \\ a_{3.0}\, 2\, \sigma_{n_2} + a_{3.2}\, 2\, \sigma_{n_4} = \lambda_2 \\ a_{3.1}\, 2\, \sigma_{n_4} + a_{3.3}\, 2\, \sigma_{n_6} = \lambda_3 \end{cases}$$

Se obtiene

$$a_{3.0} = \frac{2\, \sigma_{n_4} \lambda_0 - 2\, \sigma_{n_2} \lambda_2}{(2n+1)\, 2\, \sigma_{n_4} - (2\, \sigma_{n_2})^2}$$

$$= \frac{\sigma_{n_4}}{(2n+1)\, \sigma_{n_4} - 2\, (\sigma_{n_2})^2} \lambda_0 - \frac{\sigma_{n_2}}{(2n+1)\, \sigma_{n_4} - 2\, (\sigma_{n_2})^2} \lambda_2$$

$$= A_3 \lambda_0 - B_3 \lambda_2 \qquad [2]$$

$$a_{3.1} = \frac{2\, \sigma_{n_6} \lambda_1 - 2\, \sigma_{n_4} \lambda_3}{2\, (\sigma_{n_2})\, 2\, \sigma_{n_6} - (2\, \sigma_{n_4})^2}$$

$$= \frac{\sigma_{n_6}}{2\, (\sigma_{n_2}\, \sigma_{n_6} - \sigma_{n_4}^2)} \lambda_1 - \frac{\sigma_{n_4}}{2\, (\sigma_{n_2}\, \sigma_{n_6} - \sigma_{n_4}^2)} \lambda_3$$

$$= D_3 \lambda_1 - E_3 \lambda_3 \qquad [3]$$

$$a_{3.2} = \frac{(2n+1)\, \lambda_2 - 2\, \sigma_{n_2} \lambda_0}{2\, [(2n+1)\, \sigma_{n_4} - 2\, (\sigma_{n_2})^2]}$$

$$= \frac{(2n+1)}{2\, [(2n+1)\, \sigma_{n_4} - 2\, (\sigma_{n_2})^2]} \lambda_2 - \frac{\sigma_{n_2}}{(2n+1)\, \sigma_{n_4} - 2\, (\sigma_{n_2})^2} \lambda_0$$

$$= C_3 \lambda_2 - B_3 \lambda_0 \qquad [4]$$

$$a_{3.3} = \frac{\sigma_{n_2}}{2\, [\sigma_{n_2}\, \sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]} \lambda_3 - \frac{\sigma_{n_4}}{2\, [\sigma_{n_2}\, \sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]} \lambda_1$$

$$= F_3 \lambda_3 - E_3 \lambda_1 \qquad [5]$$

De donde, los coeficientes paramétricos de la función de tercer grado son

$$A_3 = \frac{\sigma_{n_4}}{(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2} = A_2$$

$$B_3 = \frac{\sigma_{n_2}}{(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2} = B_2$$

$$C_3 = \frac{(2n+1)}{2\,[(2n+1)\,\sigma_{n_4} - 2\,(\sigma_{n_2})^2]} = C_2$$

$$D_3 = \frac{\sigma_{n_6}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_n - (\sigma_{n_4})^2]}$$

$$E_3 = \frac{\sigma_{n_4}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}$$

$$F_3 = \frac{\sigma_{n_2}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}$$

Estos coeficientes paramétricos, fueron calculados para series de 100 bases, y se hallan tabulados e incluídos en el capítulo siguiente. Reemplazando en [1], los valores respectivos de [2], [3], [4] y [5], se tiene la función parabólica de ajustamiento de tercer grado

$$P_3(x_i) = [A_3\lambda_0 - B_3\lambda_2] + [D_3\lambda_1 - E_3\lambda_3]\,x_i + [C_3\lambda_2 - B_3\lambda_0]\,x_i^2 + \\ + [F_3\lambda_3 - E_3\lambda_1]\,x_i^3$$

6. — Trataremos ahora la función parabólica de ajustamiento de cuarto grado

$$P_4(x_i) = a_{4.0} + a_{4.1}\,x_i + a_{4.2}\,x_i^2 + a_{4.3}\,x_i^3 + a_{4.4}\,x_i^4 \qquad [1]$$

El sistema de ecuaciones de Gauss, en el caso del eje centrado adquiere la forma:

$$\begin{cases} (2n+1)\,a_{4.0} + a_{4.2}\,2\,\sigma_{n_2} + a_{4.4}\,2\,\sigma_{n_4} = \lambda_0 \\ a_{4.1}\,2\,\sigma_{n_2} + a_{4.3}\,2\,\sigma_{n_4} = \lambda_1 \\ a_{4.0}\,2\,\sigma_{n_2} + a_{4.2}\,2\,\sigma_{n_4} + a_{4.4}\,2\,\sigma_{n_6} = \lambda_2 \\ a_{4.1}\,2\,\sigma_{n_4} + a_{4.3}\,2\,\sigma_{n_6} = \lambda_3 \\ a_{4.0}\,2\,\sigma_{n_4} + a_{4.2}\,2\,\sigma_{n_6} + a_{4.4}\,2\,\sigma_{n_8} = \lambda_4 \end{cases}$$

Despejadas las incógnitas por determinantes, efectuadas las simplificaciones posibles y siguiendo las indicaciones del parágrafo 2 de este capítulo, cuyo desarrollo omitimos por su extensión, se llega a:

$$a_{4.0} = \frac{[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_6})^2]\,\lambda_0 + [\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8}]\,\lambda_2 + [\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]\,\lambda_4}{(2n+1)\,[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_6})^2] + 2\,\{\sigma_{n_4}\,(2\,\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_4}{}^2) - (\sigma_{n_2})^2\,\sigma_{n_8}\}}$$

Para no transcribir cada vez el denominador de la expresión anterior, lo representamos por Δ_4

$$a_{4.0} = \frac{[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_6})^2]}{\Delta_4}\,\lambda_0 + \frac{[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8}]}{\Delta_4}\,\lambda_2 + \frac{[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_4})^2]}{\Delta_4}\,\lambda_4$$

o sea

$$a_{4.0} = A_4\,\lambda_0 + B_4\,\lambda_2 + C_4\,\lambda_4 \qquad [2]$$

$$a_{4.1} = \frac{\sigma_{n_6}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}\,\lambda_1 - \frac{\sigma_{n_4}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}\,\lambda_3$$

$$a_{4.1} = D_4\,\lambda_1 - E_4\,\lambda_3 \qquad [3]$$

$$a_{4.2} = \frac{(\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8})}{\Delta_4}\,\lambda_0 + \frac{\frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_4})^2}{\Delta_4}\,\lambda_2 + \\ + \frac{\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_4} - \frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_6}}{\Delta_4}\,\lambda_4$$

El denominador de parámetro $a_{4.2}$, es igual al denominador del $a_{4.0}$, por eso lo reemplazamos por Δ_4

$$a_{4.2} = B_4\,\lambda_0 + G_4\,\lambda_2 + H_4\,\lambda_4 \qquad [4]$$

$$a_{4.3} = \frac{\sigma_{n_2}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}\,\lambda_3 - \frac{\sigma_{n_4}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}\,\lambda_1$$

$$a_{4.3} = F_4\,\lambda_3 - E_4\,\lambda_1 \qquad [5]$$

$$a_{4.4} = \frac{[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}{\Delta_4}\,\lambda_0 + \frac{[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_4} - \frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_8}]}{\Delta_4} + \\ + \frac{\frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_4} - (\sigma_{n_2})^2}{\Delta_4}\,\lambda_4$$

$$a_{4.4} = C_4\,\lambda_0 + H_4\,\lambda_2 + I_4\,\lambda_4 \qquad [6]$$

De donde

$$A_4 = \frac{\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_6})^2}{(2\,n+1)\,[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_6})^2] + 2\,\{\sigma_{n_4}\,(2\,\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_4}{}^2) - \sigma_{n_2}{}^2\,\sigma_{n_8}\}}$$

$$B_4 = \frac{\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8}}{\Delta_4}$$

$$C_4 = \frac{\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_4})^2}{\Delta_4}$$

$$D_4 = \frac{\sigma_{n_6}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]} = D_3$$

$$E_4 = \frac{\sigma_{n_4}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]} = E_3$$

$$F_4 = \frac{\sigma_{n_2}}{2\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]} = F_3$$

$$G_4 = \frac{\frac{1}{2}\,(2\,n+1)\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_4})^2}{\Delta_4}$$

$$H_4 = \frac{\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_4} - \frac{1}{2}\,(2\,n+1)\,\sigma_{n_6}}{\Delta_4}$$

$$I_4 = \frac{\frac{1}{2}\,(2\,n+1)\,\sigma_{n_4} - (\sigma_{n_2})^2}{\Delta_4}$$

Coeficientes paramétricos calculados, y de cuya relación con las λ_n se obtiene la función parabólica de cuarto grado, reemplazando en [1], los valores [2], [3], [4], [5] y [6].

$$\begin{aligned} P_4(x_i) = {} & (A_4\,\lambda_0 + B_4\,\lambda_2 + C_4\,\lambda_4) + (D_4\,\lambda_1 - E_4\,\lambda_3)\,x_i + \\ & + (B_4\,\lambda_0 + G_4\,\lambda_2 + H_4\,\lambda_4)\,x_i^2 + (F_4\,\lambda_3 - E_4\,\lambda_1)\,x_i^3 + \\ & + (C_4\,\lambda_0 + H_4\,\lambda_2 + I_4\,\lambda_4)\,x_i^4 \end{aligned}$$

7. — Por último analizaremos la función parabólica de quinto grado

$$P_5(x_i) = a_{5.0} + a_{5.1}\,x_i + a_{5.2}\,x_i^2 + a_{5.3}\,x_i^3 + a_{5.4}\,x_i^4 + a_{5.5}\,x_i^5 \quad [1]$$

el sistema de ecuaciones de Gauss, centrado, es

$$\left\{\begin{array}{l} (2\,n+1)\,a_{5.0} + a_{5.2}\,2\,\sigma_{n_2} + a_{5.4}\,2\,\sigma_{n_4} = \lambda_0 \\ a_{5.1}\,2\,\sigma_{n_2} + a_{5.3}\,2\,\sigma_{n_4} + a_{5.5}\,2\,\sigma_{n_6} = \lambda_1 \\ a_{5.0}\,2\,\sigma_{n_2} + a_{5.2}\,2\,\sigma_{n_4} + a_{5.4}\,2\,\sigma_{n_6} = \lambda_2 \\ a_{5.1}\,2\,\sigma_{n_4} + a_{5.3}\,2\,\sigma_{n_6} + a_{5.5}\,2\,\sigma_{n_8} = \lambda_3 \\ a_{5.0}\,2\,\sigma_{n_4} + a_{5.2}\,2\,\sigma_{n_6} + a_{5.4}\,2\,\sigma_{n_8} = \lambda_4 \\ a_{5.1}\,2\,\sigma_{n_6} + a_{5.3}\,2\,\sigma_{n_8} + a_{5.5}\,2\,\sigma_{n_{10}} = \lambda_5 \end{array}\right.$$

De donde se obtendrán, de acuerdo al método especificado en el parágrafo 2, — los cálculos intermedios se omiten por su extensión —, los parámetros

$$a_{5.0} = \frac{[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_6})^2]}{\Delta_5}\,\lambda_0 + \frac{[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8}]}{\Delta_5}\,\lambda_2 + \frac{[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_4})^2]}{\Delta_5}\,\lambda_4$$

al denominador de $a_{5.0}$ se lo designa por Δ_5 y, al de $a_{5.1}$ se lo reemplaza por Δ'_5 al igual que en los demás parámetros, porque:

$$\Delta_5 = (2n+1)\,[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_6})^2] + 2\,[\sigma_{n_4}\,(2\,\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_4}{}^2) - (\sigma_{n_2}{}^2\,\sigma_{n_8})]$$

$$\Delta_5' = \sigma_{n_2}\,(\sigma_{n_6}\,\sigma_{n_{10}} - \sigma_{n_8}{}^2) + \sigma_{n_4}\,(2\,\sigma_{n_6}\,\sigma_{n_8} - \sigma_{n_4}\,\sigma_{n_{10}}) - (\sigma_{n_6})^3$$

$$a_{5.0} = A_5\,\lambda_0 + B_5\,\lambda_2 + C_5\,\lambda_4 \qquad [2]$$

$$a_{5.1} = \frac{\frac{1}{2}\,(\sigma_{n_6}\,\sigma_{n_{10}} - \sigma_{n_8}{}^2)}{\Delta_5'}\,\lambda_1 + \frac{\frac{1}{2}\,[\sigma_{n_6}\,\sigma_{n_8} - \sigma_{n_4}\,\sigma_{n_{10}}]}{\Delta_5'}\,\lambda_3 +$$

$$+ \frac{\frac{1}{2}\,(\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_8} - \sigma_{n_6}{}^2)}{\Delta_5'}\,\lambda_5$$

$$a_{5.1} = D_5\,\lambda_1 + E_5\,\lambda_3 + F_5\,\lambda_5 \qquad [3]$$

$$a_{5.2} = \frac{\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8}}{\Delta_5}\,\lambda_0 + \frac{\frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_8} - (\sigma_{n_4})^2}{\Delta_5}\,\lambda_2 +$$

$$+ \frac{\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_4} - \frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_6}}{\Delta_5}\,\lambda_4$$

$$= B_5\,\lambda_0 + G_5\,\lambda_2 + H_5\,\lambda_4 \qquad [4]$$

$$a_{5.3} = \frac{\frac{1}{2}\,[\sigma_{n_6}\,\sigma_{n_8} - \sigma_{n_4}\,\sigma_{n_{10}}]}{\Delta_5'}\,\lambda_1 + \frac{\frac{1}{2}\,[\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_{10}} - \sigma_{n_6}{}^2]}{\Delta_5'}\,\lambda_3 +$$

$$+ \frac{\frac{1}{2}\,[\sigma_{n_4}\,\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8}]}{\Delta_5'}\,\lambda_5$$

$$= E_5\,\lambda_1 + L_5\,\lambda_3 + M_5\,\lambda_5 \qquad [5]$$

$$a_{5.4} = \frac{\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_8} - \sigma_{n_4}{}^2}{\Delta_5}\,\lambda_0 + \frac{\sigma_{n_2}\,\sigma_{n_4} - \frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_6}}{\Delta_5}\,\lambda_2 +$$

$$+ \frac{\frac{1}{2}\,(2n+1)\,\sigma_{n_4} - \sigma_{n_2}{}^2}{\Delta_5}\,\lambda_4$$

$$= C_5\,\lambda_0 + H_5\,\lambda_2 + I_5\,\lambda_4 \qquad [6]$$

$$a_{5.5} = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_4}\sigma_{n_6} - \sigma_{n_5}^2)}{\Delta_5'}\lambda_1 + \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_4}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_2}\sigma_{n_6})}{\Delta_5'}\lambda_3 +$$

$$+ \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_2}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_4}^2)}{\Delta_5'}\lambda_5$$

$$= F_5\lambda_1 + M_5\lambda_3 + N_5\lambda_5 \qquad [7]$$

De donde resultan los siguientes coeficientes

$$A_5 = \frac{\sigma_{n_4}\sigma_{n_6} - \sigma_{n_5}^2}{(2n+1)[\sigma_{n_4}\sigma_{n_6} - (\sigma_{n_5})^2] + 2\{\sigma_{n_4}(2\sigma_{n_2}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_4}^2) - \sigma_{n_2}^2\sigma_{n_6}\}} = A_4$$

$$B_5 = \frac{\sigma_{n_4}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_2}\sigma_{n_6}}{\Delta_5} = B_4$$

$$C_5 = \frac{\sigma_{n_2}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_4}^2}{\Delta_5} = C_4$$

$$D_5 = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_5}\sigma_{n_{10}} - \sigma_{n_5}^2)}{\sigma_{n_2}(\sigma_{n_5}\sigma_{n_{10}} - \sigma_{n_5}^2) + \sigma_{n_4}(2\sigma_{n_5}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_4}\sigma_{n_{10}}) - \sigma_{n_5}^3}$$

$$E_5 = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_5}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_4}\sigma_{n_{10}})}{\Delta_5'}$$

$$F_5 = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_4}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_5}^2)}{\Delta_5'}$$

$$G_5 = \frac{\frac{1}{2}(2n+1)\sigma_{n_5} - \sigma_{n_4}^2}{\Delta_5} = G_4$$

$$H_5 = \frac{\sigma_{n_2}\sigma_{n_4} - \frac{1}{2}(2n+1)\sigma_{n_5}}{\Delta_5} = H_4$$

$$I_5 = \frac{\frac{1}{2}(2n+1)\sigma_{n_4} - \sigma_{n_2}^2}{\Delta_5} = I_4$$

$$L_5 = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_2}\sigma_{n_{10}} - \sigma_{n_5}^2)}{\Delta_5'}$$

$$M_5 = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_4}\sigma_{n_6} - \sigma_{n_2}\sigma_{n_5})}{\Delta_5'}$$

$$N_5 = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_{n_2}\sigma_{n_5} - \sigma_{n_4}^2)}{\Delta_5'}$$

Al igual que en los casos anteriores reemplazamos en la fórmula general [1], los valores correspondientes y se obtiene:

$$P_5(x_i) = [A_5\lambda_0 + B_5\lambda_2 + C_5\lambda_4] + [D_5\lambda_1 + E_5\lambda_3 + F_5\lambda_5]\,x_i +$$

$$+ [B_5\lambda_0 + G_5\lambda_2 + H_5\lambda_4]\,x_i^2 + [E_5\lambda_1 + L_5\lambda_3 + M_5\lambda_5]\,x_i^3 +$$

$$+ [C_5\lambda_0 + H_5\lambda_2 + I_5\lambda_4]\,x_i^4 + [F_5\lambda_1 + M_5\lambda_3 + N_5\lambda_5]\,x_i^5$$

fórmula del ajustamiento por una función parabólica de quinto grado.

8. — Determinadas todas las fórmulas que conducen a discriminar los coeficientes paramétricos, nuestra tarea consistió en dar a cada una de las n de los subíndices de σ, por ejemplo de σ_{n_2} , $\sigma_{n_{10}}$, todos los valores que pasando por 0,5; 1; 1,5; 2; ... llegaban a 50, a fin de obtener numéricamente los valores respectivos y construir las tablas propuestas en el capítulo siguiente, que sirven para ajustar series hasta de 100 bases.

Al calcular los coeficientes paramétricos de cada una de las funciones parabólicas, se verá que ellos toman distintos valores que a medida que aumenta el número de bases, serán menores, y se aproximarán cada vez más a cero; estas cantidades decimales son justamente cada vez más pequeños por ser factores de las respectivas sumas de frecuencias por potencias, que a su vez aumentan considerablemente en relación al número de bases.

Determinadas las funciones podrán ser éstas calculadas con ayuda de una última tabla, inserta en el mismo capítulo que corresponde a los respectivos valores de las variables y sus potencias.

9. — Pasemos ahora a analizar, los coeficientes que se han determinado, y encontraremos cierta analogía, nacida justamente por la forma como se han factoreado y simplificado las distintas expresiones de los parámetros. Estos valores se corresponden entre sí, por ejemplo: hay un valor $\frac{1}{2\,\sigma_{n_2}}$ que hemos llamado D_2 que aparece en la función parabólica de segundo grado, y, que también figura en la función de la forma rectilínea como igual a D_1. Si se lee de-

tenidamente cada uno de los coeficientes y se los compara entre sí, podrán ser agrupados formando el siguiente cuadro:

$$\begin{array}{cccc} D_2 = D_1 & A_3 = A_2 & D_4 = D_3 & A_5 = A_4 \\ & B_3 = B_2 & E_4 = E_3 & B_5 = B_4 \\ & C_3 = C_2 & F_4 = F_3 & C_5 = C_4 \\ & & & G_5 = G_4 \\ & & & H_5 = H_4 \\ & & & I_5 = I_4 \end{array} \qquad [a']$$

De ahí que, con el fin de no repetir en las tabulaciones los valores que corresponden indistintamente a las igualdades del cuadro precedente, se las caracteriza como sigue:

$$D_{1=2} \quad ; \quad A_{2=3} \quad ; \quad A_{4=5} \quad ; \quad H_{4=5}$$

indicando por consiguiente, que los valores de las tablas pueden usarse de acuerdo a los subíndices indistintamente como coeficientes de una u otra función parabólica.

10. — En el parágrafo anterior se destaca la existencia de cierta igualdad entre algunos coeficientes paramétricos de distintos grados. Estudiemos, por ello, cada una de las funciones de ajustamiento que se han determinado, partiendo del grado más bajo.

En la función de la forma rectilínea, se tenía:

$$P_1(x_i) = a_{1.0} + a_{1.1}\, x_i$$

en que

$$a_{1.0} = A_1 \lambda_0$$
$$a_{1.1} = D_1 \lambda_1$$

pasemos a la función parabólica de segundo grado:

$$P_2(x_i) = a_{2.0} + a_{2.1}\, x_i + a_{2.2}\, x_i^2$$

por la que

$$a_{2.0} = A_2 \lambda_0 - B_2 \lambda_2$$
$$a_{2.1} = D_2 \lambda_1$$
$$a_{2.2} = C_2 \lambda_2 - B_2 \lambda_0$$

Se tenía por el cuadro (a'), que $D_2 = D_1$, y a su vez factor de λ_1, en ambos casos, de donde:

$$a_{2.1} = a_{1.1}$$

En la función parabólica de tercer grado, se encuentra que:

$$\begin{aligned} a_{3.0} &= a_{2.0} \\ a_{3.1} &= D_3 \lambda_1 - E_3 \lambda_2 \\ a_{3.2} &= a_{2.2} \\ a_{3.3} &= F_3 \lambda_3 - E_3 \lambda_0 \end{aligned}$$

En la función parabólica de cuarto grado:

$$\begin{aligned} a_{4.0} &= A_4 \lambda_0 + B_4 \lambda_2 + C_4 \lambda_4 \\ a_{4.1} &= a_{3.1} \\ a_{4.2} &= B_4 \lambda_0 + G_4 \lambda_2 + H_4 \lambda_4 \\ a_{4.3} &= a_{3.3} \\ a_{4.4} &= C_4 \lambda_0 + H_4 \lambda_2 + I_4 \lambda_4 \end{aligned}$$

y en la función parabólica de quinto grado:

$$\begin{aligned} a_{5.0} &= a_{4.0} \\ a_{5.1} &= D_5 \lambda_1 + E_5 \lambda_3 + F_5 \lambda_5 \\ a_{5.2} &= a_{4.2} \\ a_{5.3} &= E_5 \lambda_1 + L_5 \lambda_3 + M_5 \lambda_5 \\ a_{5.4} &= a_{4.4} \\ a_{5.5} &= F_5 \lambda_1 + M_5 \lambda_3 + N_5 \lambda_5 \end{aligned}$$

Si se observan estos cinco grupos de funciones, como así sus correspondientes parámetros, al determinar sus coeficientes iguales entre sí, se obtiene que, cada función parabólica de grado par tiene sus parámetros de grado impar iguales a los parámetros impares de la función parabólica de grado inferior; y cada función parabólica de grado impar, tiene los parámetros de grado par iguales a los parámetros de grado par de la función parabólica de grado inferior, condición conocida (1), o sea, las funciones parabólicas de

(1) SASULY, *Trend Analysis of Statistics*, Washington, 1934, pág. 29 y sig.

segundo y cuarto grado, tienen respectivamente sus parámetros:

$$a_{2.1} = a_{1.1} \quad ; \quad a_{4.1} = a_{3.1}$$
$$a_{4.3} = a_{3.3}$$

y las funciones parabólicas de tercero y quinto grado, tienen:

$$a_{3.0} = a_{2.0} \qquad a_{5.0} = a_{4.0}$$
$$a_{3.2} = a_{2.2} \qquad a_{5.2} = a_{4.2}$$
$$a_{5.4} = a_{4.4}$$

De donde, se concluye que prácticamente fácil resulta allanar la dificultad tantas veces presentada de pasar de una función parabólica de grado n, a otra de grado $n+1$, o, $n-1$, dentro de los polinomios de Gauss, pues sus valores serán iguales en orden alternado.

Por ejemplo, puede también presentarse el caso de que se ha ajustado, por una función parabólica de tercer grado, y por otra de quinto grado, no satisfaciendo ninguna de las dos el problema propuesto, y siendo necesario por lo tanto construir una función parabólica de cuarto grado, para ello, de acuerdo a lo preestablecido, se tendría:

3° grado		4° grado		5° grado
$a_{3.0}$		$a_{4.0}$	←	$a_{5.0}$
$+ a_{3.1}\,x$	→	$+ a_{4.1}\,x$		$+ a_{5.1}\,x$
$+ a_{3.2}\,x^2$		$+ a_{4.2}\,x^2$	←	$a_{5.2}\,x^2$
$+ a_{3.3}\,x^3$	→	$+ a_{4.3}\,x^3$		$a_{5.3}\,x^3$
		$+ a_{4.4}\,x^4$	←	$a_{5.4}\,x^4$
				$a_{5.5}\,x^5$

Las flechas indican qué parámetros deben ser tomados de las funciones de tercero y quinto grado, para reconstruir una de cuarto grado, sin necesidad de calcular íntegramente la nueva función propuesta, ya que sus valores resultarían inmediatamente.

(Continuará)

EL RIO PARAGUAY

POR

LUIS TOSSINI

Résumé — L'auteur presente une descriptión générale de la rivière Paraguay, sur tous ses caractéres physiographiques principaux et une étude détaillée de son régime. Il s'arret dans l'analyse de l'action regulatrice de ce qu'on appele « Pantanal » qui est une extense depression qui s'inonde pendant l'époque des pluies periodiques annuelles, qui comprende les mois d'octobre a mars.

I. — El río y sus zonas

1. Extensión y límites. — El río Paraguay, el principal afluente del río Paraná, que forma con éste y con el río Uruguay el gran sistema hidrográfico del Río de la Plata, cruza, en el sentido de su mayor extensión, una inmensa hoya o cuenca, de 1.097.000 Km^2 de superficie, desarrollando un curso de una longitud aproximada de 2.600 Km con ligeras desviaciones de su dirección media, que es aproximadamente la del meridiano.

Nace en el Estado de Matto Grosso (EE. UU. del Brasil), en plena zona tropical, baña con sus aguas territorios del Brasil, de Bolivia, del Paraguay y de la Argentina, y desemboca en el río Paraná, en el codo que el curso de este río describe al cambiar bruscamente de dirección hacia el Sur, para entrar en una ancha zona aluvial, en la que recorre todavía una distancia de 1.110 Km para desembocar, con el principal de sus brazos, el Guazú, en el estuario del Plata.

La naciente se halla en un paraje llano y pantanoso (« brejal » en portugués), denominado « das Sete Lagoas », situado en un valle formado por dos estribaciones de la llamada Sierra de Parecís, la que señala la divisoria de aguas entre las vertientes del Paraguay, y las del Tapajoz, afluente del Amazonas. En su proximidad se encuentra el pueblo de Diamantino, la antigua « Villa de Nª Sª do Alto Paraguay do Diamantino », cuya posición geográfica es de

14° 25′ 07″ de latitud Sur y 56° 30′ 00″ de longitud Oeste de Greenwich, según datos oficiales del Brasil, y con cuyo nombre se designa también el curso del río Paraguay en sus primeros 50 kilómetros, hasta la confluencia del arroyo Santa Ana.

Su desembocadura, es decir, su confluencia con el río Paraná, se encuentra a los 27° 21′ 00″ de latitud Sur y 58° 37′ 00″ de longitud Oeste de Greenwich; entre los puntos extremos hay, pues, una diferencia de latitud de 12°55′53″ y una diferencia de longitud de 2°07′, que dan una distancia geográfica de 1.453 Km.

2. Aspecto general. — Solamente en el curso superior, en la región de sus nacientes, en una extensión aproximada de 200 Km el río Paraguay corre en un verdadero valle; es éste un surco ancho y de fondo plano, excavado en el borde meridional del macizo Matto Grossense por la acción erosiva de las aguas, con pendiente longitudinal bastante pronunciada, y limitado por serranías de laderas abruptas. En todo el resto de su recorrido, hasta su confluencia con el río Paraná, cruza una extensa llanura, ocupa el fondo de una inmensa hoya, dividida en zonas diferenciadas por caracteres morfológicos particulares y por las modalidades del clima reinante, pero todas de una uniformidad topográfica muy acentuada, especialmente en su parte occidental o de la margen derecha.

En esta llanura, desarrolla su curso de aguas tranquilas, mansas aun en estado de crecida, este río que sobresale, entre todos los ríos navegables, por la uniformidad y regularidad de su régimen y por la facilidad de su navegación.

Es, en efecto, muy notable la uniformidad de las características generales de este río en toda su extensión navegable; es extraordinario el escaso valor de la pendiente, y son verdaderamente excepcionales las condiciones del cauce en casi todo su curso, por la falta de accidentes naturales (zonas rocosas, umbrales) que pudieran interrumpir la regularidad de su desarrollo, y alterar la tranquilidad de su régimen.

La altura de las márgenes es otro aspecto de la morfología general que no varía sensiblemente en todo el curso del río, desde el límite inferior de la zona de las nacientes hasta la desembocadura, con excepción de algunos trechos de la margen izquierda, en la zona media. En una longitud de más de 2.300 Km de su curso, el río desborda, durante las crecidas, sobre una de las márgenes, o sobre las dos, inundando una faja angosta en los cursos medio e inferior, y extendiéndose sobre grandes distancias en el curso superior,

para formar el inmenso « Pantanal » que se describirá más adelante y que constituye el elemento morfológico determinante de la extraordinaria regularidad de su régimen. Esta característica es propia también, por trechos, de la zona de las cabeceras o de las sierras: la naciente misma es un campo llano, con palmares y pequeñas lagunas (Siete Lagunas, es el nombre), en que el río, durante las lluvias, desborda de su lecho, inundando en reducida extensión los campos de sus márgenes.

3. Zonas principales. — Las secciones típicas, que dividen el curso y el valle de un río, en este sistema que se describe no están todas bien limitadas por transiciones bruscas en los caracteres morfológicos, ni ocupan la extensión correspondiente a la importancia respectiva; no existe el delta de la desembocadura y es de muy reducida extensión y poco definida la zona montuosa, o sea, la cuenca superior o de recepción.

Predomina, por su extensión en longitud y ancho, la zona de expansión, que se presenta en este sistema con un carácter muy particular y constituye un verdadero embalse regulador; y está bien caracterizada la zona de derrame o de descarga, por la mayor pendiente del río, su menor coeficiente de tortuosidad y la mayor firmeza de las márgenes. De menor extensión es la sección última, la de la desembocadura, que se distingue de la anterior por el menor valor de la pendiente longitudinal y especialmente por la irregularidad y la complejidad de su régimen hidráulico, perturbado en alto grado por el río Paraná, su confluente.

El curso del río Paraguay y su valle, pueden dividirse, pues, en cuatro zonas o secciones de características distintas, que son las que se describen a continuación (ver lám. 1ª).

a) *Zona de las nacientes o de las sierras.* — Tiene una longitud aproximada de 270 Km desde el paraje « Sete Lagoas » hasta su confluencia con el río Jaurú. El valle tiene un ancho aproximado de 150 Km limitado al Este y al Oeste por las sierras de Yanguará y Santa Bárbara, respectivamente. El fondo del valle es plano y de pendiente no muy acentuada, si bien mucho mayor que la de la zona subsiguiente. En la época de las lluvias es posible remontar —con pequeñas embarcaciones— el curso de este río hasta cerca de la naciente misma, pudiendo vencerse sin grandes esfuerzos las correderas o rápidos que forman los umbrales rocosos del lecho.

La altura de esta zona, sobre el nivel del mar está comprendida, con una grosera aproximación, entre 300 metros en la naciente y

125 metros en el extremo inferior. La cota última está deducida en base de las pendientes observadas en cortos trechos y en distintos tramos del río durante el viaje de estudio efectuado por una expedición del M. O. P. de la República Argentina en el año 1931 (*); el valor de la cota superior está basado en los informes recogidos durante aquel viaje de estudios, y en datos consignados en algunas de las publicaciones consultadas. Al fijar la cota de 300 m, como altura aproximada de la naciente, se ha tenido en cuenta el hecho de que durante la explotación de los yacimientos auríferos en la región, en los primeros años de este siglo, esas nacientes fueron alcanzadas por pequeñas embarcaciones empleadas en el transporte de material y elementos de trabajo, lo que no habría sido posible si esas nacientes se hallaran al nivel del altiplano (cota media aproximada de 600 m), como se lee en algunas obras descriptivas del curso superior del río Paraguay.

El cauce del río es angosto; la longitud de su curso entre los límites de la zona, se estima en 400 Km; el terreno en las orillas es llano; las barrancas, cortadas a pique, tienen alturas variables entre 5 y 10 metros; el régimen de las aguas es torrencial.

Naturalmente esta zona se caracteriza por la acentuada acción erosiva de las aguas, con el consiguiente transporte de material detrítico hacia la llanura, y el correlativo proceso de continua profundización del cauce, ensanche y extensión retrógrada del valle.

b) *Zona de expansión o de embalse.* — Desde la desembocadura del río Jaurú hasta la del río Apa, afluente de la margen izquierda, es decir, sobre una distancia en línea recta de 770 Km, se extiende

(*) La expedición de la referencia, organizada por la Dirección General de Navegación y Puertos, del Ministerio de Obras Públicas de la República Argentina, para efectuar un estudio somero del río Paraguay desde Asunción hasta el límite de la zona navegable, llegó hasta el Km 2048 (distancia contada desde la desembocadura en el río Paraná) sobrepasando en 518 Km el puerto de Corumbá, límite de la zona de navegación internacional.

Con la autorización correspondiente de los Gobiernos del Paraguay, del Brasil y de Bolivia, esa expedición, a cargo del autor de este trabajo, efectuó un relevamiento expeditivo del río y un estudio general del régimen, que se elevó oportunamente a la Dirección General de Navegación y Puertos.

Cumplido el trabajo oficialmente encomendado, el tema continuó apasionando al autor llevándolo a la redacción de estas páginas en las que, junto con una ojeada geográfica sobre la región de la cuenca del río que tuvo oportunidad de estudiar, se exponen características generales del régimen de ese curso, apoyándose, naturalmente, en los elementos que fueron comentados en aquel estudio.

la zona de expansión o zona inundable, que el río atraviesa con un curso muy tortuoso de 1.262 Km de desarrollo. Esta zona constituye, a la vez, la cuenca de recepción o cuenca superior, como que a ella afluyen todos los grandes ríos y arroyos que tienen sus cabeceras en las sierras que limitan el gran anfiteatro de esa cuenca. Es ésta la zona que caracteriza de un modo especial al río Paraguay, pues en virtud de su acción, la perennidad y la regularidad de su régimen son llevadas a un grado verdaderamente extraordinario.

Es una vasta depresión, una inmensa hoya, que en algunas partes alcanza un ancho de hasta 200 Km; es una cavidad dentro de la misma cuenca, es la más vasta de las zonas de hundimiento que caracterizan la llanura chaco-pampeana, en la cual el río ha construído un número infinito de cauces (riachos y lagunas), en un lento divagar entre bancos de material detrítico, excavando su lecho en los sedimentos antiguos y levantando paulatinamente sus márgenes con el nuevo material transportado desde el faldeo de las colinas.

El río, en toda la zona, es de cauce « suspendido » (*), encajonado entre diques naturales que limitan un lecho menor, de sección transversal muy reducida en relación a su descarga durante las crecidas.

En razón de la poca consistencia del terreno, y no obstante la escasa pendiente general, es marcadísimo el « serpenteo » o sinuosidad de su trazado; en la parte superior de la zona el coeficiente de tortuosidad alcanza el valor 2,2 que desciende progresivamente a 1,4 en la parte inferior de la misma.

Son correlativas a estos valores las características de mayor y menor movilidad del cauce; como que, no obstante la tranquilidad del régimen, en esta sección el río es de fondo móvil y se halla en plena fase evolutiva.

El nivel medio del terreno desciende desde la cota 125 m en la parte superior, a la cota 83 metros en el extremo inferior, cotas referidas al nivel del mar. La pendiente media disminuye desde 132 mm por Km en la parte superior, a 33 mm por Km en la parte inferior.

El ancho y la profundidad media del río varían « grosso modo » desde 100 m y 4 m respectivamente, en el curso superior, a 300 metros y 10 metros en los cursos medio e inferior.

(*) El término tiene aquí un significado algo restringido, puesto que la línea de la profundidad media del cauce se halla a un nivel más bajo que el terreno bajo de las zonas de las márgenes.

NOTAS DESCRIPTIVAS

ZONA DE LAS CABECERAS O DE LAS SIERRAS

Cauce excavado en los sedimentos antiguos de la formación Matto Grossense: arenáceos y esquistos arcillosos; lecho de cascajo con umbrales rocosos que determinan rápidos de alguna violencia. - Valle de un ancho aproximado de 150 Km. en el extremo inferior, limitado por sierras de 300 a 500m de altura que en realidad no son sino las laderas escarpadas del altiplano. - La desagregación del terreno en las faldas de estas sierras provee el material de detritus que al río deposita y acumula en lo seno inmediato, aguas abajo. - La erosión retrocedente en las cabeceras socava el altiplano y extiende la ramificación de este sistema de drenaje hacia el sur del Arinos, sub afluente del Amazonas. Régimen de carácter torrencial que en realidad no es sino las laderas escarpadas del altiplano. - La desagregación del terreno en las faldas de estas sierras provee el material de detritus que al río deposita y acumula en lo seno inmediato, aguas abajo. - La erosión retrocedente en las cabeceras socava el altiplano y extiende la ramificación de este sistema de drenaje hacia el sur del Arinos, sub afluente del Amazonas. Régimen de carácter torrencial que en realidad no es sino las masas de crecida (de Octubre a Marzo) y seis meses de seguía.

ZONA DE EXPANSIÓN O EMBALSE

Desborde periódico anual de las aguas sobre una superficie inmensa: que alcanza aproximadamente 50.000 Km² en crecidas de carácter extraordinario. En la parte superior el ancho de esta área de inundación (pantanal) supera los 200 Km. En esta zona se deposita y se acumula el material detrítico transportado desde la región de las sierras, es constante y paulatina la elevación del nivel del terreno en las orillas el que se halla un nivel más alto que el del pantanal propiamente dicho, "suspendido" en angosto y fortuoso. La retención de los arrastres es matemática, el trabajo de excavación es nulo. El río tiende a ensanchar su cauce elevando las márgenes, en oposición a la acción de la corriente en la zona de descarga. Vaciado el inhabrido de la zona inmediata, destruido el umbral cuya borde de aguas arriba aparece frente a la desembocadura del río Apa, se producirá también en esta zona un trabajo de excavación y profundización del cauce para llegar, con una acción alternada de erosión y de depósito del material excavado, al perfil de equilibrio o estado de compensación. El régimen hidráulico es extraordinariamente regular, tranquilo, de alto grado de permanencia, caracterizado por una sola crecida anual de fases discordantes (tiempo aproximado de retardo, tres meses) con las del ciclo medio anual de las lluvias.

ZONA DE DESCARGA

Cauce ancho y poco profundo, pozos con fecho de arena y limo, alternados con bancos de pedregullo y arena y restingas, en todo la extensión de este tramo de río. Margen izquierda, elevada y margen derecha baja (aluvión) sobre la que desborda el río, durante la creciente, en un ancho variable entre 3 y 10 Km.

Los restingas son los afloramientos del manto rocoso (prolongación de la meseta de Amambuy) que se extiende hasta la margen derecha y que se revela por los cerros que surgen aislados de la llanura del Chaco.

El límite del río en esta zona constituye el obstáculo persistente a la acción del río en su trabajo continuo para elaborar su estado final de equilibrio o terminal de erosión.

Régimen hidráulico menos regular que el de la zona superior, perturbado por los afluentes de la márgen izquierda, algunos de ellos bastantes caudalosos.

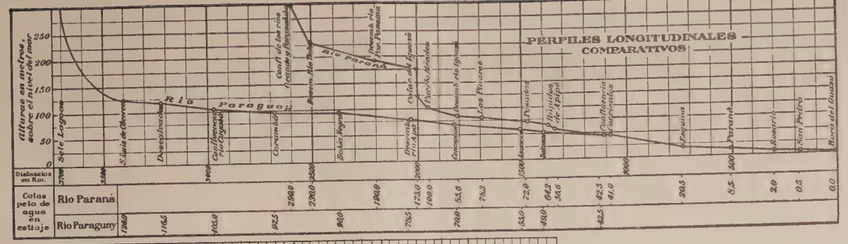
ZONA DE LA DESEMBOCADURA

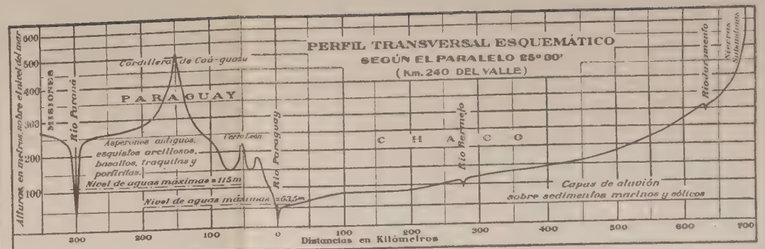
Lecho y márgenes de arena y limo (aluvión); desborde de las aguas, durante las crecidas, sobre las dos márgenes, en un ancho variable entre 3 y 10 Km.

Régimen fluvial complejo, derivado de la influencia del río Paraná, el que origina, con sus oscilaciones, remansos de elevación o de depresión que se extienden, en casos extraordinarios, hasta mas aguas arriba del límite de la zona.

DATOS GENERALES

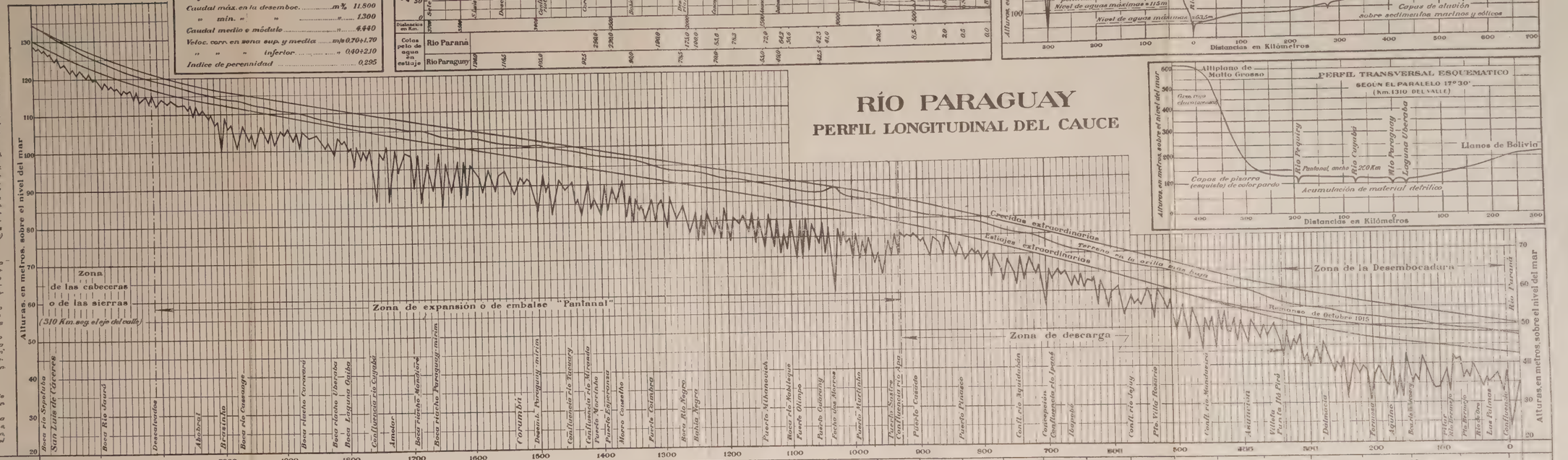
Area de la cuenca	Km² 1.097.000
Area de la zona de expansión	" 50.000
Afluencia meteórica	Hm³ 1.111.200
Altura de afluencia	mm. 1.013
Derrame o descarga (en la desemb.)	Hm³ 142.000
Altura de derrame	mm. 129
Coeficiente de derrame	0,127
Caudal máx. en la desemboc.	m³/s 11.500
" mín. " "	" 1.300
Caudal medio o módulo	" 4.440
Veloc. corr. en zona sup. y media	m/s 0,70+1,70
" " " inferior	" 0,40+2,10
Indice de perennidad	0,295





RÍO PARAGUAY

PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE



| | | |

c) *Zona de descarga.* — En la zona siguiente, que se extiende desde la desembocadura del río Apa hasta Punta Itá-Pirú (47 Km aguas abajo de Asunción), frente a las Lomas Valentinas, sobre la margen izquierda, en una longitud de 410 Km el río y el valle son de aspectos diferentes; la zona inundable se restringe a un ancho variable de 5 y 10 Km ocupando solamente la margen derecha, ya que el terreno de la margen izquierda es alto y firme y de naturaleza rocosa en muchas partes.

La pendiente media del terreno y del fondo del río es más acentuada y el ancho y el área de la sección transversal es mayor; aumenta así la velocidad de la corriente y la capacidad de descarga, en concordancia con el aumento notable de caudal de crecida, debido al aporte de los numerosos afluentes de la margen izquierda.

El régimen hidráulico es menos regular, a causa de la influencia ejercida por esos afluentes, muy caudalosos algunos de ellos y de régimen torrencial.

La profundidad media del río en esta zona es algo menor (8 metros) que en la inmediata superior, no obstante el mayor caudal, y son frecuentes los altofondos (bancos de arena) y los mantos de piedra o restingares que cruzan el lecho del río, desde la margen izquierda.

El ancho medio es de 650 metros, en toda la zona; el coeficiente de tortuosidad es de 1,45, siendo la longitud del curso del río igual a 576 Km.

La cota del terreno bajo, en el extremo inferior, es de 59 m; el desnivel con respecto al extremo superior es de 24 m, lo que da una pendiente media de 59 mm por Km. Estos valores duplican casi los correspondientes al tramo inferior de la zona de expansión.

El límite inferior de la zona que se describe está bien demarcado por el cambio brusco en la profundidad del cauce, que forma un escalón de casi 10 metros y determina una quebradura acentuada en el perfil longitudinal, y por el cambio muy aparente en la topografía de la margen izquierda; las Lomas Valentinas señalan, en efecto, el extremo Sur de la cadena de cerros que se extiende desde la meseta de Amambay hasta el río Paraguay y que constituye una de las principales ramificaciones del sistema orográfico que caracteriza la zona central de la cuenca.

El perfil longitudinal, desde un extremo a otro, presenta una ligera convexidad hacia arriba, lo que revela la presencia, en la parte media, de un fondo de gran resistencia a la acción erosiva de las aguas. El continuo depósito de material detrítico en la zona

superior (con el consiguiente levantamiento del cauce) y la lenta, pero constante, excavación del lecho en la zona media (que se pone en evidencia, según se describirá más adelante, por los afloramientos rocosos) son manifestaciones claras de una fase peculiar en el estado aún no equilibrado del río, en su tendencia hacia la curva final o « terminante de erosión ».

d) Zona de la desembocadura. — Desde el límite señalado por las Lomas Valentinas, hasta el río Paraná, se extiende la zona de la desembocadura, sobre una distancia de 230 Km, comprendiendo una longitud de río de 350 Km, lo que da un coeficiente medio de tortuosidad igual a 1.52.

En las grandes crecidas el río desborda sobre las dos márgenes, en toda la extensión de la zona, ocupando una faja de un ancho variable entre 10 y 15 Km.

La cota del terreno en la desembocadura, referida al nivel del mar, es de 48 m; el desnivel longitudinal es de 11 m y la pendiente media es de 48 mm por Km, ligeramente más suave que la de la zona inmediata anterior. El fondo del río tiene una pendiente media más suave aún, como que se reduce a 29 mm por Km, siendo el desnivel entre los extremos de 10 metros.

La profundidad media, referida al nivel de estiaje, es de 9 m y la de los pasos determinantes de 2 m, pero el fondo movible es muy variado e irregular, con pozos de hasta 17 m de profundidad. El ancho medio del cauce es de 700 m.

La naturaleza aluvial del terreno en las márgenes, el enorme volumen de material sólido traído por las aguas del río Bermejo (su afluente de la margen derecha) y los cambios de velocidad de la corriente, debidos a los remansos producidos por las aguas del río Paraná, determinan en esta zona una marcada movilidad del lecho y una extrema irregularidad del régimen fluvial, que son sus características principales.

II. — El régimen hidráulico

1. Condiciones determinantes. — Los caracteres topográficos de la cuenca del río Paraguay y los del clima reinante forman un conjunto de condiciones que determina —en su sistema de drenaje— un régimen perenne, tranquilo, y de extraordinaria regularidad en su variación periódica.

Este conjunto de condiciones puede resumirse en los tres caracteres fundamentales siguientes:

a) Lluvias periódicas anuales, de máxima regularidad, en toda la cuenca, y en especial modo en la región de los afluentes superiores.

b) Extensa zona de desborde y de embalse, en la cuenca superior, que acumula una gran parte del caudal de las precipitaciones en la estación lluviosa, para alimentar el sistema durante la estación seca.

c) Escasos desniveles en el perfil longitudinal y máxima uniformidad en el valor de la pendiente en toda la longitud del valle, desde el límite superior de la zona de embalse, hasta la desembocadura del río Paraguay o límite inferior de la cuenca.

La perennidad, regularidad y tranquilidad que caracterizan este régimen no son, naturalmente, de un grado uniforme en todo el curso del río; un leve aumento en el valor de la pendiente en el tramo medio y distintas condiciones morfológicas de la cuenca tributaria correspondiente, introducen tales cambios en las condiciones de escurrimiento y derrame que el régimen hidráulico de la sección media, debido también a diferentes características del régimen pluvial, presenta modalidades propias, muy distintas de las del curso superior.

También en el curso inferior el régimen hidráulico tiene características propias, diferentes de las del curso medio; no tanto en relación con las distintas condiciones morfológicas o climáticas de su cuenca tributaria, cuanto a causa de la influencia que ejerce el río Paraná, su confluente, modificando las condiciones generales de descarga, de acuerdo con las variaciones de su estado propio.

Tenemos, así, a primera vista, y en concordancia con la división hecha en la primera parte de este artículo, tres secciones del río y tres regímenes distintos que trataremos de estudiar separadamente en las páginas que siguen. Las tres secciones de la referencia, que corresponden, en la cuenca, respectivamente, a las zonas de embalse, de descarga y de la desembocadura, ya descritas, y así denominadas en relación a las características fundamentales de aquélla, se designarán —para este estudio— con los nombres de Superior, Media e Inferior, de acuerdo con la división usual del curso en los ríos navegables, con relación, especialmente, a las condiciones de navegabilidad.

2. PARAGUAY SUPERIOR. — Esta sección del río corresponde a la zona de expansión o de embalse, según la división hecha en el capítulo anterior. De esta región se leen —en publicaciones de diver-

RIO PARAGUAY

Caracteres de las crecidas en la zona del "Pantanal"

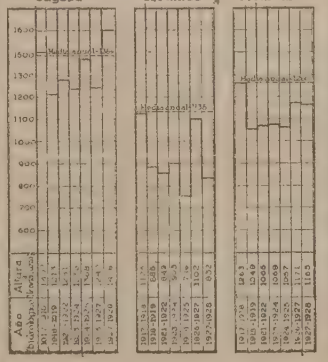
Notas: Estos gráficos representan alturas hidrométricas diarias del rio Paraguay, observadas en la escala de Corumbá, durante los años 1917 a 1932 inclusive y las alturas mensuales y anuales de lluvia caida en Corumbá, y en Cuyabá en el mismo periodo.- La ciudad de Corumbá esta situada sobre la margen derecha del Paraguay, en plena región del pantanal, en la zona principal de anabalse, que denominamos "Zona central de afluencia". Cuyabá esta ubicada en la parte superior de la cuenca, cerca de sus limites y al pie de las sierras que señalan al borde del Altiplano o Chapada.- La distancia entre los dos puntos indicados, siguiendo el curso de los rios Paraguay y Cuyabá, es de 929 Km; el tiempo medio aproximado de corrimiento es de tres meses.

El examen comparativo de estos gráficos pone en evidencia las caracteristicas del régimen de crecidas que se indican - A. Las crecidas son periódicas anuales, concordantes con el ciclo normal de las lluvias, representativo del clima humedo tropical de la región - B. Todas las crecidas se desarrollan de un modo extraordinariamente regular y uniforme, no obstante la irregular distribución mensual de las lluvias - C. Las crecidas se distinguen, por la altura máxima y la época de culminacion en: "extraordinarias" las que alcanzan una altura máxima mayor que 6 metros y culminan en Abril o Mayo; "ordinarias" las que alcanzan una altura máxima menor que 6 y mayor que 5 metros y culminan en el mes de Junio; y "menores" las que alcanzan una altura máxima menor que 5 metros y culminan en el mes de Julio - D. La distribución proporcional aproximada de las crecidas es de 2 crecidas menores, 2 ordinarias y 1 extraordinaria - E. La magnitud de la crecida y la época de su culminación dependen mayormente de la altura de lluvia caida en la zona central de afluencia, asi las crecidas de caracter extraordinario corresponden a años de lluvias extraordinarias en Corumbá, que fueron de lluvias normales en Cuyabá. Esta particularidad del fenómeno deriva probablemente de las causas siguientes. 1º en la zona central de afluencia, de nivel mas bajo, el terreno permanente saturado y el clima mas humedo deben de reducir a un minimo la disperción del agua llovida; 2º las lluvias extraordinarias en la zona central de afluencia, llegando de inmediato (solamente o en gran parte) los bajos del pantanal son la causa directa de la anticipación en la culminación de la crecida.

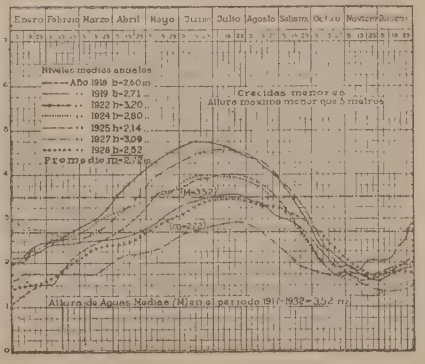
Las alturas anuales de lluvia corresponden a años hidrológicos contados desde 1º de Julio a 30 de Junio del año calendario sucesivo

ALTURAS ANUALES DE LLUVIA

Cuyabá — Corumbá — Promedio

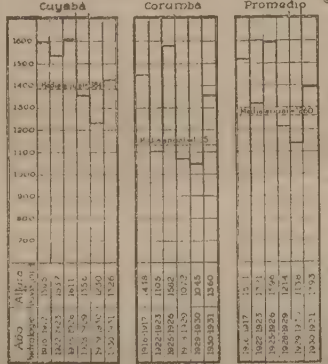


ALTURAS HIDROMETRICAS EN LA ESCALA DE CORUMBÁ

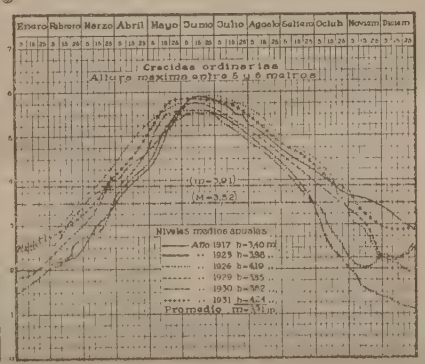


ALTURAS ANUALES DE LLUVIA

Cuyabá — Corumbá — Promedio

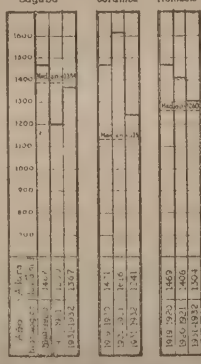


ALTURAS HIDROMETRICAS EN LA ESCALA DE CORUMBA

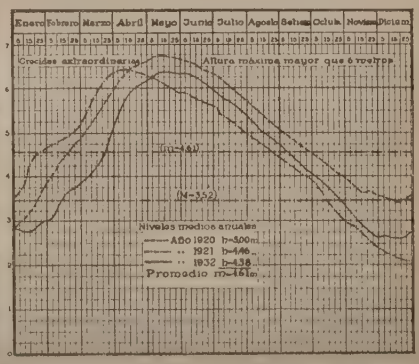


ALTURAS ANUALES DE LLUVIA

Cuyabá — Corumbá — Promedio



ALTURAS HIDROMETRICAS EN LA ESCALA DE CORUMBA



sa índole— descripciones detalladas, con referencia a las propias formaciones geológicas y de la vegetación; pero con respecto a los caracteres hidráulicos del río, y especialmente a la influencia que debe ejercer en su régimen, esas descripciones son por lo general muy deficientes.

En primer lugar, queremos hacer notar que la afirmación corriente en las descripciones del « Pantanal », de que éste, durante las crecidas, « se convierte en un verdadero *mar de agua dulce* », puede inducir en error, si no se analiza su significado, que es puramente figurativo y de alcance muy limitado. Las aguas desbordadas ocupan, efectivamente, una superficie inmensa (estimada en 80.000 Km^2, durante crecidas de carácter extraordinario); pero sería mucha equivocación suponer que esa enorme extensión de agua pueda formar una sola masa, de superficie casi horizontal, sometida normalmente a un solo régimen.

La profundidad general en toda la zona de inundación es muy escasa, habiendo sido estimada, por algunos viajeros, como variable entre y uno y tres metros, excepción hecha de los bajíos y lagunas, donde alcanza valores próximos a 6 metros. La escasa profundidad, la desigualdad del fondo y la vegetación espesa y variada, desde el árbol de gran fuste al pasto tierno, pero tan alto como la lámina de agua, constituyen dos factores de acción constante y eficiente en la oposición al movimiento de propagación de ondas, de modo que la relación de dependencia —en el estado de inundación del pantanal— entre distintas zonas del mismo, resulta de valor muy limitado, y puede considerarse de valor nulo, cuando se trata de zonas muy alejadas una de otra. Y es que, en realidad, no existe un « pantanal », sino que existen muchos « pantanales », —como que se distinguen por el nombre propio que llevan (del Poconé, del San Lorenzo, del Pequiry, etc.)— cada uno con su régimen particular, dependiente del régimen del río que lo cruza. Esta subdivisión responde, evidentemente, al relieve del terreno, que no es perfectamente llano, como se suele afirmar, o lo es sólo en apariencia; en realidad, los campos del « pantanal » forman una superficie ondulada, la que pone de manifiesto sus desniveles solamente durante la inundación, por la desigual profundidad de las aguas y por la llamadas « cordilheiras », que son los albardones o islas del « pantanal ».

Constituyen, los ejes de estas vaguadas, el curso del río Paraguay y el de sus afluentes, de modo que, en esencia, la región del « pantanal » es un sistema ramificado de depresiones, que disminuyen en ancho a medida que se alejan de la zona central, y que

no presentan un límite bien demarcado y definido con los campos altos de sus márgenes. En el origen, estas depresiones quedan, pues, aisladas una de otra; su comunicación se establece de un modo gradual y paulatino, descendiendo el curso del río, y es probable que una completa unión de las aguas entre dos « pantanales » contiguos se establezca solamente en la zona de desborde del Paraguay. Las zonas de inundación total, formando verdaderos lagos durante la culminación de la crecida — cada una con régimen particular, según dijimos — serían, pues, las zonas circunscriptas a la confluencia de los ríos principales, es decir, de los ríos San Lorenzo y Pequiry con el Cuyabá, o de los ríos Cuyabá, Tacuary y Miranda con el Paraguay.

La crecida se propaga, naturalmente, con lentitud suma, como que su caudal se derrama (en aumento progresivo, descendiendo el curso del río) en el « pantanal », el cual aumenta progresivamente en extensión y profundidad. Y más lento aún es el descenso de las aguas por ley natural del fenómeno en general y porque el desagüe se produce por riachos de cauce muy angosto, poco profundo y lleno de plantas acuáticas, y que constituyen un sistema de drenaje muy imperfecto. Se describen someramente estos caracteres principales del régimen con los datos siguientes: empieza la estación lluviosa en Setiembre-Octubre y termina en Marzo-Abril, siendo los meses de Diciembre y Enero los de mayor cantidad de lluvia. En Corumbá, que se halla en plena zona del « pantanal », a 1.070 Km de distancia desde la naciente del río Paraguay y sobre su curso, se registran los primeros repuntes del río a fines de Diciembre o a principios de Enero y culmina la crecida en Mayo o en Junio. El tiempo medio de corrivación, o de retardación en la afluencia de las aguas al cauce del río Paraguay frente a Corumbá, es pues de tres meses, con relación a la primera fase del fenómeno o principio de la crecida, y de cuatro meses, (valores medios aproximados) si está referido a la culminación de la misma. El tiempo de traslación correspondiente a la estoa de crecida no se deduce, evidentemente, del intervalo entre épocas de máxima lluvia en las regiones superiores de la cuenca y de máxima altura de agua en la región inferior. Las aguas siguen creciendo, en las regiones superiores, aun después de la época de las lluvias más intensas, y recién se pronuncia la estoa de crecida en cuanto se verifica la igualdad entre caudales de afluencia y de derrame. Normalmente, la crecida culmina en San Luis de Cáceres, lugar situado en los límites superiores del « pantanal », en el mes de

RÍO PARAGUAY

REGULACIÓN DE LA DESCARGA EN LA ZONA INFERIOR DEL "PANTANAL"

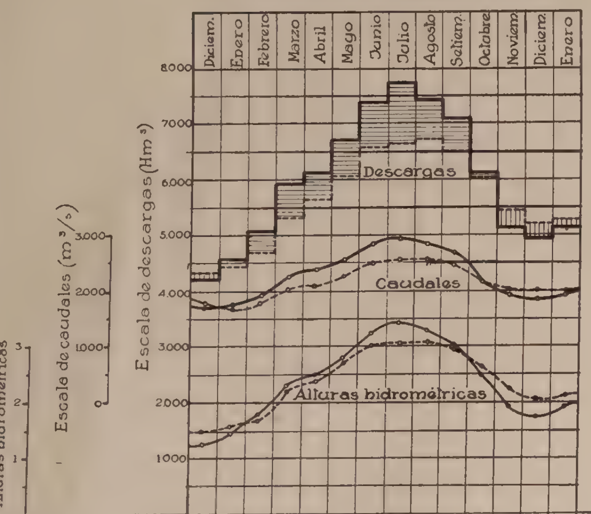
Características del Fenómeno en los Distintos Tipos de Crecida

REFERENCIAS

- Hidrómetro de Puerto Morrinho (línea llena)
- Hidrómetro de Fecho dos Morros (línea de trazos)
- Caudal de almacenamiento (rayado horizontal)
- Caudal de devolución (rayado vertical)

CRECIDA MENOR (AÑO 1928)

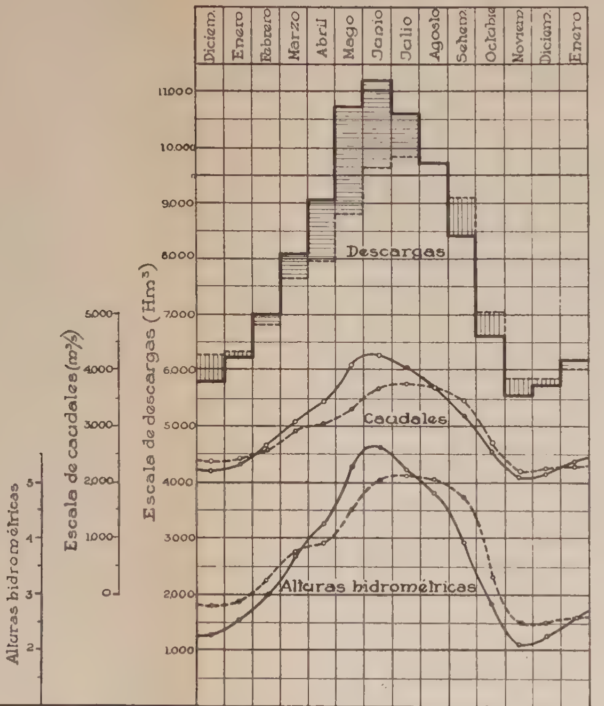
ALTURA MÁXIMA EN CORUMBÁ = 3,46 m.



		Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Sumas
Alturas hidrométricas	Puerto Morrinho	1,30	1,50	1,85	2,35	2,50	2,85	3,25	3,45	3,30	3,05	2,50	1,90	1,75	1,90	
	Fecho dos Morros	1,50	1,60	1,75	2,20	2,40	2,75	3,00	3,05	3,10	2,95	2,65	2,20	2,10	2,15	
Caudales medios mensuales (m³/s)	Puerto Morrinho	1600	1730	1930	2250	2330	2550	2800	2930	2830	2700	2330	1950	1870	1950	
	Fecho dos Morros	1630	1680	1780	2030	2150	2300	2500	2530	2550	2480	2300	2050	2030	2000	
Descargas mensuales (Hm³)	Puerto Morrinho	4205	4547	5072	5914	6124	6702	7359	7701	7438	7096	6124	5125	4915	5125	64077 79.242
	Fecho dos Morros	4284	4416	4678	5335	5651	6045	6571	6650	6702	6518	6045	5388	5178	5257	74.434
Volumen de circulación (Hm³) – Almacenamiento	total	–	131	394	579	473	657	788	1051	736	578	79	–	–	–	5.466
	en el cauce	–	24	40	76	27	56	51	19	–	–	–	–	–	–	293
	en el pantanal	–	107	354	503	446	601	737	1032	736	578	79	–	–	–	5.173
Volumen de circulación (Hm³)	Devolución	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	263	263	132	658

CRECIDA ORDINARIA (AÑO 1930)

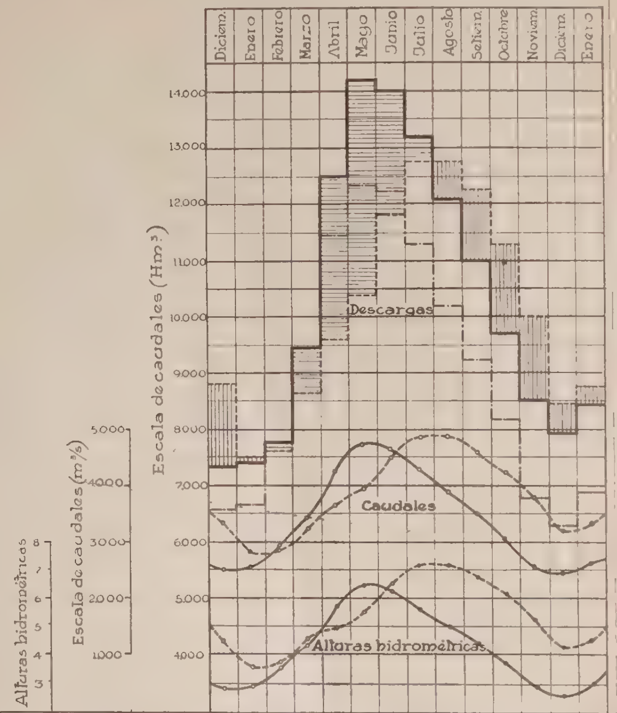
ALTURA MÁXIMA EN CORUMBÁ = 5,60 m.



		Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Sumas
Alturas hidrométricas	Puerto Morrinho	2,30	2,55	3,00	3,70	4,30	5,35	5,60	5,25	4,70	3,90	2,80	2,15	2,25	2,55	
	Fecho dos Morros	2,80	2,85	3,20	3,75	3,90	4,50	5,05	5,15	5,10	4,70	3,30	2,50	2,50	2,60	
Caudales medios mensuales (m³/s.)	Puerto Morrinho	2200	2350	2650	3080	3450	4100	4250	4030	3700	3200	2520	2100	2170	2350	
	Fecho dos Morros	2370	2400	2600	2920	3030	3550	3680	3750	3700	3470	2670	2230	2230	2280	
Descargas mensuales (Hm³)	Puerto Morrinho	5782	6177	6965	8095	9068	10776	11170	10592	9725	8410	6623	5519	5703	6177	56666 92.646
	Fecho dos Morros	6229	6308	6834	7675	7964	8805	9672	9856	9725	9120	7018	5861	5861	5992	88.391
Volumen de circulación (Hm³) – Almacenamiento	total	–	–	131	420	1104	1971	1498	736	–	–	–	–	–	–	5860
	en el cauce	–	–	64	100	59	132	64	–	–	–	–	–	–	–	419
	en el pantanal	–	–	67	320	1045	1839	1434	736	–	–	–	–	–	–	5.441
Volumen de circulación (Hm³)	Devolución	–	–	–	–	–	–	–	–	–	710	395	342	158	–	1.605

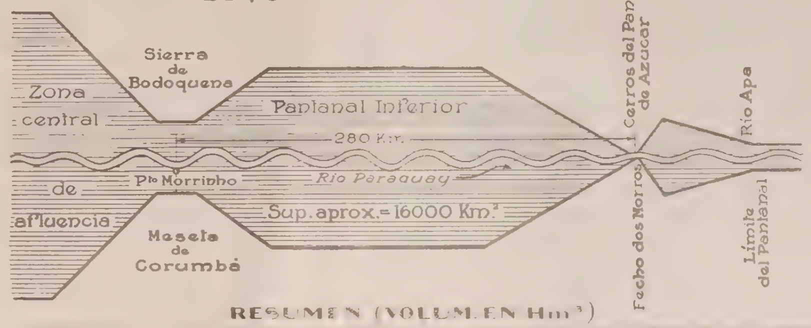
CRECIDA EXTRAORDINARIA (AÑO 1932)

ALTURA MÁXIMA EN CORUMBÁ = 6,39 m.



			Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Sumas
Alturas hidrométricas	Puerto Morrinho		2,80	2,85	3,50	4,30	5,80	6,35	6,25	5,70	5,00	4,40	3,75	2,90	2,60	2,95	
	Fecho dos Morros		4,50	3,60	3,70	4,40	5,00	5,50	6,50	7,15	7,15	6,75	6,10	5,25	4,20	4,50	
Caudales medios mensuales (m³/s)	Puerto Morrinho		2520	2550	2950	3450	4350	4700	4650	4300	3870	3500	3100	2570	2400	2600	
	Fecho dos Morros		3350	2850	2900	3300	3650	3950	4500	4850	4850	4650	4300	3800	3200	3300	
Descargas mensuales (Hm³)	Pto. Morrinho	Cauce	6623	6702	7753	9068	11433	12353	12212	11302	10172	9200	8148	6755	6308	6834	111.538
		Cauce y pantanal	7350	7430	7753	9447	12500	14200	14000	13200	12100	11000	9700	8500	7900	8400	71.100 128.700
	Fecho dos Morros		6805	7490	7622	8673	9593	10381	11827	12747	12747	12222	11300	9988	8410	8690	124.200
Volumen de circulación (Hm³) – Almacenamiento	total		–	–	131	774	907	3819	2173	453	–	–	–	–	–	–	10257
	en el cauce		–	–	61	120	168	83	54	16	–	–	–	–	–	–	502
	en el pantanal		–	–	70	654	2739	3736	2119	437	–	–	–	–	–	–	[illegible]
Volumen de circulación (Hm³)	Devolución		–	–	–	–	–	–	–	–	[illegible]	[illegible]	1600	1488	410	290	[illegible]

ESQUEMA TOPOGRÁFICO



RESUMEN (VOLUM. EN Hm³)

Dispersión						Regulación						
Descarga total		Dispersión	Almacenamiento total	Devolución	Dispersión	Almacenamiento			Devolución			
Puerto Morrinho	Fecho dos Morros					Descarga en Pto Morrinho	Almacenamiento	Porcentaje	total	cauce	pantanal	Porcentaje
Crecidas menores												
79.242	74434	4808	5.466	658	4808	64.077	5.173	8,1 %	658	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Crecidas ordinarias												
92.646	88.391	4255	5.860	1.605	4.255	56.666	5.441	9,6 %	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Crecidas extraordinarias												
128.700	124.200	4500	10.257	5.757	4.500	71.100	9755	13,7 %	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Nota.

Los caudales medios mensuales que figuran en estos cuadros están deducidos de curvas trazadas ex-profeso en base a una sola determinación, y considerando la sección de descarga limitada al cauce propiamente dicho, o cauce menor.

En el gráfico relativo al año 1932, la descarga en Pto Morrinho está figurada por dos escaloides: uno que representa los valores obtenidos en base a los caudales correspondientes a la sección del cauce (renglón 5°), que dan una descarga integral de 111538 Hm³, y otro, trazado en concordancia con el primero, que representa los valores probables de la descarga a través de toda la sección inundada (renglón 6°). Estos últimos valores dan una descarga integral de 128.700 Hm³, igual a la suma del volumen correspondiente a la descarga calculada para Fecho dos Morros y del volumen de la dispersión, que se ha estimado en 4.500 Hm³, en base a los valores hallados en los análisis relativos a las crecidas de los años 1928 y 1930.

Febrero, es decir, con un mes de retardo en relación al mes de las lluvias máximas.

A los tiempos de retardo indicados, corresponde una velocidad media de traslación de la onda de crecida, de 12 Km por día, en su fase inicial o antes del desborde, y de 9 Km por día, en su culminación, cuando las aguas, salidas de su cauce, se derraman por el « pantanal ».

La regularidad del régimen pluvial y el retardo en la propagación de la crecida, traen, pues, esta consecuencia: el régimen hidráulico de las zonas superiores (o perimetrales) y el de la zona inferior del « pantanal » se hallan siempre en discordancia, casi en oposición, de fases; deducimos que un estado general de inundación uniforme del « pantanal », en el ciclo hidrológico normal, no se verifica. Y se tiene, entonces, la primera constatación de que la imagen de « un inmenso mar de agua dulce », extendida sobre toda el área del « pantanal », está en contradición con la realidad de los hechos.

El fenómeno de inundación se verifica del modo descrito, debido a la configuración peculiar de la cuenca, en forma de embudo o de anfiteatro; de esta condición topográfica deriva una zona central, casi equidistante —en cuanto a tiempos de corrivación— de todas las regiones de cabeceras de los afluentes principales. Y se tiene, pues, una « zona de afluencia » en la que convergen, casi simultáneamente, las ondas de crecida de los distintos ríos que forman el sistema. Esta zona es la que queda circunscripta a la confluencia de los ríos Tacuary y Miranda, y forma el inmenso « pantanal » que se extiende frente al macizo de Corumbá (Lám. 7ª).

La zona del « pantanal » situada más aguas abajo, hasta los límites inferiores de la zona de embalse, la consideramos una zona aparte y de función especial en el complejo mecanismo de la regulación del régimen, según se verá más adelante. Su separación resulta lógica, si se observa que a ella no afluyen ríos de importancia (el río Negro, el mayor de todos, es de escaso caudal) y que además queda separada de la zona inmediata por el estrechamiento brusco de las márgenes del « pantanal », determinado por el macizo de Corumbá y la Sierra de Bodoquena.

Corumbá, situado en una orilla de la zona de afluencia que hemos indicado, es el lugar de las observaciones hidrométricas registradas regularmente en un período que alcanza a 17 años. Constituyen, estas observaciones, la base del estudio de régimen que exponemos en estas páginas, advirtiendo que las conclusiones extendidas a toda la cuenca se apoyan en datos e informaciones de carácter general

y en argumentaciones fundadas sobre la uniformidad de los caracteres físicos de la cuenca misma. Sobre la base de esta uniformidad hemos fijado «grosso modo» los tiempos de corrivación correspondientes a las ramas principales del sistema orográfico, admitiendo «a priori» —para todas las zonas que forman la cuenca— un mismo coeficiente de reducción (dada la semejanza topográfica, geológica y morfológica) en la fórmula genérica: $t = f(Li)$, que da los tiempos de corrivación en función de la distancia y de la pendiente media del terreno.

Naturalmente, no hemos tratado el problema por medio de operaciones analíticas o de detalles, que no condicen con el propósito de este trabajo, y que, por otra parte, no podrían desarrollarse, dada la absoluta falta de datos concretos. Estos tiempos se han fijado, gráficamente, en el mapa de la cuenca, y de esa estimación gráfica, hecha de un modo aproximado, con criterio ajustado a las distancias y a las pendientes que revelan las líneas isohipsas, ha resultado el mapa que representamos en la lámina 7ª. Las curvas de este mapa (curvas isoreócronas) son líneas que unen todos los puntos de igual tiempo de corrivación, o de retardo en la propagación de la crecida, con respecto al extremo inferior de la cuenca. Esas curvas describen, con toda claridad y evidencia, las características del fenómeno de la crecida en toda la región, y explican la discordancia de fases que hemos mencionado en la página anterior. El «pantanal» resulta, así, dividido en zonas concéntricas, (limitadas por las curvas de la referencia) cada una caracterizada por una determinada época del año en que la inundación alcanza la altura máxima, y por determinadas modalidades del régimen, como que, evidentemente, en las zonas perimetrales se tendrá un régimen ajustado a las variaciones del régimen pluvial con oscilaciones temporáneas, y en la zona central de afluencia se tendrá un régimen de la máxima regularidad, con sus oscilaciones lentas y duraderas.

Hemos llegado así a esbozar los caracteres fundamentales del «pantanal», estudiado desde puntos de vista hidráulicos, es decir, considerado como zona de embalse o elemento regulador del derrame. No creemos posible extender este estudio al cálculo de su capacidad de embalse, o a la determinación de la relación variable entre los caudales de afluencia y de derrame. La complejidad del sistema, por otra parte, muestra que un cálculo de esa índole no podrá ser hecho sino mediante una buena carta de relevamiento planialtimétrico de la región y a un buen número de observaciones hidrométricas en distintos puntos del curso de todos los afluentes.

Un estudio somero de los regímenes pluvial y fluvial reinantes en esta región nos ha dado los resultados que se indican a continuación, relativos al ciclo hidrológico medio, o normal. Las alturas de afluencia meteórica y de derrame, referidas a la cuenca superior (o zona de embalse), son respectivamente de 1327 y 229 mm (valores medios anuales), las que dan un coeficiente de derrame igual a 0,17; el derrame específico es de 0,007 m^3 por segundo y por Km^2. Estos valores, asociados a los del tiempo de corrivación o de retardo, indicados en párrafos anteriores, constituyen los elementos principales del régimen en toda la cuenca superior, y son los determinantes del régimen en la zona central de afluencia que pasamos a describir con algún detalle en las páginas que siguen.

a) Zona central de afluencia. — Las características fundamentales de este régimen son su extraordinaria regularidad y su acentuada «tranquilidad» y «perennidad». Las crecidas torrenciales que se producen en el curso superior de los afluentes, al pie de las sierras, se transforman paulatinamente, al avanzar en el «pantanal», en crecidas lentas, moderadas, regulares en todos sus aspectos. Se atenúa gradualmente la velocidad de la corriente: se achatan las sucesivas ondas de crecida y se acorta la duración de las estoas de bajante; desaparecen las pequeñas ondas debidas a las lluvias aisladas; se acercan progresivamente, los niveles máximos y mínimos de las distintas ondas, hasta confundirse en un nivel medio, lentamente variable, que señala un determinado estado y fase de la crecida anual. Todos los movimientos, todas las ondulaciones se confunden y se refunden en una sola onda de período anual, cuyos valores de altura máxima y mínima oscilan, normalmente, entre límites muy estrechos, y cuyas fases se reproducen todos los años con una regularidad cronológica extraordinaria.

Los gráficos anuales de las alturas de agua observadas diariamente en la escala de Corumbá ponen en evidencia lo que acabo de describir; muestran, todos, una sola onda de crecida, de ramas casi iguales, algo más inclinada la rama correspondiente a la fase creciente, con altura de aguas mínimas en el mes de Diciembre y de aguas máximas en una época menos fija, pero comprendida siempre entre los meses de Abril y Julio. Esta variabilidad de la época de culminación de la crecida es un fenómeno simple cuya ley se descubre en el análisis comparativo de los gráficos anuales de alturas de agua y de lluvia en toda la cuenca superior, y que exponemos a continuación (ver lám. 2ª); las crecidas menores (las que alcanzan

una altura máxima menor que 5 metros) culminan en el mes de Julio; las crecidas ordinarias (las que alcanzan una altura máxima mayor que 5, y menor que 6 metros) culminan en el mes de Junio; y las crecidas extraordinarias (las que alcanzan una altura máxima mayor que 6 metros) culminan en el mes de Mayo, excepcionalmente en Abril. Existe, pues, una relación de dependencia entre la magnitud de la crecida y la época de su culminación; deduciríamos, de esto, que la anticipación o el retardo en la culminación de la crecida en la zona central de afluencia, con respecto a su época normal (Junio), resulta del mayor o menor caudal de precipitaciones en toda la cuenca, con respecto al caudal medio. Este concepto, expuesto así, no describe, exactamente, la causa verdadera del atraso o del anticipo. En efecto, en los años hidrológicos 1920-21 y 1931-32, que corresponden a las crecidas extraordinarias culminadas en Abril y Mayo, respectivamente (ver lám. indicada), la cantidad de lluvia caída en la región de Cuyabá fué de 1200 y de 1367 mm, alturas inferiores en 184 y 17 mm, respectivamente, a la altura de lluvia media anual, que es de 1384 mm. Pero, en cambio, en la región de Corumbá se observaron, en los mismos años hidrológicos, alturas de precipitaciones iguales a 1616 y 1241 mm, superiores en 481 y en 106 mm, respectivamente, a la lluvia media anual en ese punto. En el año hidrológico 1919-20, que fué el año de la mayor crecida registrada en el período 1917-32, que culminó a mediados del mes de Mayo, los caudales de las precipitaciones superaron los valores medios anuales, tanto en Cuyabá como en Corumbá, habiendo sido de 1467 y 1471 mm de altura, respectivamente.

Las crecidas de carácter extraordinario, y su consiguiente anticipación a la época normal de verificación, no derivan, pues, de lluvias extraordinarias en toda la zona imbrífera. Para que una crecida sea de tal carácter, es necesario y suficiente que el mayor caudal de precipitaciones se verifique en la « zona central de afluencia », es decir, en la región de Corumbá. Que la anticipación sea una consecuencia directa de estas lluvias, lo deducimos por este sencillo razonamiento: las precipitaciones extraordinarias en esta zona colman los bajos del pantanal con alguna anticipación, y de ello deriva, naturalmente, una elevación más rápida del nivel de las aguas, al sobrevenir, en Febrero y Marzo, la crecida de las zonas superiores.

No parece tan absoluta la relación de dependencia directa entre intensidad de lluvias en la zona de la referencia y magnitud de la crecida correspondiente, si se observa, en los ejemplos dados, que

a una mayor altura de precipitación de 106 y de 481 mm, en los años hidrológicos 1920-21 y 1931-32, corresponde una altura hidrométrica máxima en Corumbá de 6,48 y 6,39 m, aproximadamente igual en los dos casos. Esta anomalía es solo aparente y deriva, como bien se comprende, de la diferente área sobre la cual puede haberse extendido la mayor intensidad de lluvias en un año con relación a otro; área que —dada la escasa densidad de la red pluviométrica— es siempre una incógnita. Otro factor puede haber influído en el carácter de las crecidas que se consideran: el estado del « pantanal » en el principio de la época de las lluvias.

Que esta influencia es real, y que en circunstancias excepcionales puede llegar a ser considerable, lo demuestra la crecida del año 1926, que fué de tipo ordinario o normal, no obstante el caudal extraordinario de las lluvias caídas, tanto en Cuyabá como en Corumbá, que excedieron en 227 y en 447 mm la respectiva altura normal (ver lám. indicada). Es que la crecida del año anterior (1925) fué crecida de tipo bajo (la menor entre todas las de la serie registrada), y en consecuencia, al principio del año de la referencia, las lagunas y riachos del « pantanal » debieron estar completamente secos, originando así la máxima dispersión en el caudal de crecida.

El análisis del fenómeno no es, evidentemente, completo y las distintas influencias no están totalmente determinadas en su respectivo valor; pero los gráficos de la lámina 2ª no dejan de ser una demostración concluyente e inobjetable de que las lluvias caídas en la zona central del « pantanal » constituyen el factor determinante, en máximo grado, del carácter de las crecidas.

Sería superfluo añadir que estas conclusiones definen, apenas, los términos generales de una ley, sin especificar los detalles, que no es posible descubrir con los datos de hecho que se poseen; pero una consecuencia es incontrovertible, y es la siguiente: *Las alturas pluviométricas e hidrométricas observadas en Corumbá, en los meses de Diciembre a Marzo, constituyen el índice más seguro del desarrollo probable de la crecida anual, así sea referente a su magnitud, como a la época de su culminación.*

Volviendo al análisis de los diagramas anuales de alturas de agua en Corumbá, observamos que la regularidad del trazado es absoluta en toda la duración del ciclo anual; no presenta una sola oscilación, inflexión o desviación brusca que acuse una alteración en el desarrollo normal del fenómeno. Es tal la regularidad de estas curvas que a determinados valores coordenados de la primera rama (la ascendente) corresponden —con mucha aproximación— determina-

dos valores de la segunda. De lo cual deducimos que el desarrollo de la crecida en su primera fase es base suficiente para un pronóstico de su desarrollo final, con un amplio coeficiente de seguridad.

Es muy escaso el apartamiento de la mayoría de los diagramas anuales con respecto a la curva representativa del ciclo normal, o de los valores medios mensuales; y los gráficos correspondientes a los años 1917, 1923, 1926, 1929, 1930 y 1931 que son los años de crecida ordinaria, son tan parecidos que forman —con la curva del ciclo normal— un haz de densidad homogénea en todos sus puntos.

Los gráficos acusan —según hemos visto— una sola onda anual de crecida, que es como la integral de numerosas ondas producidas en las regiones superiores de la cuenca por las lluvias aisladas que caen con frecuencia e intensidad variable, durante la estación lluviosa. Estas no repercuten aisladamente, sino en conjunto, sobre el régimen de la zona central del « pantanal », de lo cual resulta evidente que el problema del cálculo anticipado de un caudal máximo de crecida no se relaciona con determinado caudal máximo de precipitaciones, sino con el caudal total de las precipitaciones registradas durante la época lluviosa, que abarca un período de seis meses. Y si se considera que la velocidad de propagación de la crecida es de valores tan bajos, que su culminación en la zona central se produce con dos o tres meses de retardo, con respecto a la terminación del período de las lluvias, se deduce que el problema de un pronóstico a corto plazo no puede presentarse en términos más sencillos, y su solución no puede ser más fácil.

(Concluirá en la próxima entrega)

BIBLIOGRAFIA

Por C. C. D.

Durrieu (Mauricio), *Las Tensiones experimentadas en la rotura por las piezas prismáticas de madera flexadas.* Un folleto de 102 páginas, 17 ½ × 30 ½, con 13 figuras.

Cuando los ensayos de los leños a la flexión se interpretan con la ayuda de la fórmula de Navier, es notorio el variable sentido con que los resultados obtenidos se apartan de los obtenidos en los ensayos simples de tracción y compresión. Aquella fórmula conduce, en general, a divergencias tan importantes en los valores de las tensiones de las fibras que el experimentador se resiste a prestar fe a los resultados de ese empleo; de aquí que se hayan buscado fórmulas más fidedignas, tales las de Tanaka y de Monnin, que aunque mantienen, en el fondo y en la expresión, la fórmula de Navier, introducen en ella cierta forma empírica y, no obstante, resultan ingenuas e inaceptables. La referida fórmula de Navier, por su sencillez, ha prestado valiosos servicios, pero su defecto estriba en las hipótesis que le sirven de base; de ahí las críticas que ha motivado —entre otros y dentro de su mismo concepto teórico, por Basch—. El Ing. Durrieu recalca que, del punto de vista material, es un error contumaz de los hombres de ciencia querer uniformar las cosas más dispares, incluyéndolas en un solo campo de sus concepciones técnicas. Así ocurre al querer aplicar, por ej., la fórmula en cuestión a materiales de estructuras tan diversas como el acero, el hormigón, la piedra, la madera, etc.: unos son granulares, otros fibrosos, con numerosas variantes en los granos o en las fibras. A partir de esas circunstancias, hay que agregar lo relativo a las maquinarias y aparatos de medición: las piezas de prueba son, para la tracción, aseguradas por mordazas que no transmiten idealmente el esfuerzo tractor y vician su efecto; en la compresión, está de por medio la fricción de los platos y el paralelismo de los mismos; también influye a veces la labra de las bases (cubos de piedras por ej.). Las teorías de la tracción y de la compresión, simples en grado extremo, son erróneas; así lo acusa la experiencia; y si se considera que, barriendo con muchas observaciones, el técnico refiere en última síntesis el fenómeno de la flexión a las acciones de tracción y compresión simples, aunque no se engendren éstas del mismo modo en la flexión, y con el agregado de que, en los ensayos, medimos esas acciones simples con deficiencia, resulta que, en suma, el problema de saber qué esfuerzos unitarios ideales de tracción y de compresión deben atribuirse a un material flexado, es harto complicado. El Ing. Durrieu ha querido aportar su grano de arena en la resolución de este problema.

Por la experiencia, partiendo de una investigación sobre los esfuerzos *simples*. y de su correlación con los de flexión, Durrieu trata de sentar una crítica de los resultados a que conduce el empleo de la fórmula de Navier. Da a conocer ensayos interesantes del proceso de compresión según sea la altura de las piezas de prueba con referencia a la sección comprimida. Y después de una labor de equiparación con los resultados de la flexión, llega a dos conclusiones que le parecen indiscutibles: 1ª Que la mejor base de referencia de los efectos de la flexión está en los de la tracción, únicos definidos. 2ª Que los resul-

tados de la flexión en los leños dependen de que sean más o menos resistentes coctáneamente a la tracción o a la compresión; la fórmula de Navier, única para cualquier tipo de leño, parece inadmisible (salvo tal vez para pequeñas deformaciones).

El Ing. Durrieu, hace ver de paso, que el concepto teórico de Ritter, aplicado por Schüle, Bach y Baumann entre otros, para construir por asociación de los diagramas de tracción y compresión simples un diagrama *seudo-experimental* de flexión, es improcedente.

Concluye Durrieu, con que conviene buscar alguna fórmula que mejor se adapte a los hechos físicos. Conforme lo ha hecho otro estudioso colega, el Ing. Antonio Escudero, toma por hipótesis la variación lineal de las tensiones dentro del período de proporcionalidad de flechas a cargas; y la parabólica más allá de ese período. Resulta, así, que mientras no acarree la flexión deformaciones que excedan el período lineal, es aplicable la fórmula de Navier, con la cual se determina el módulo de elasticidad del material, y la tensión máxima de flexión, correspondiente al límite de elasticidad.

Pero cuando se encare la rotura por flexión, las tensiones más grandes originadas se calculan haciendo intervenir leyes parabólicas de variación.

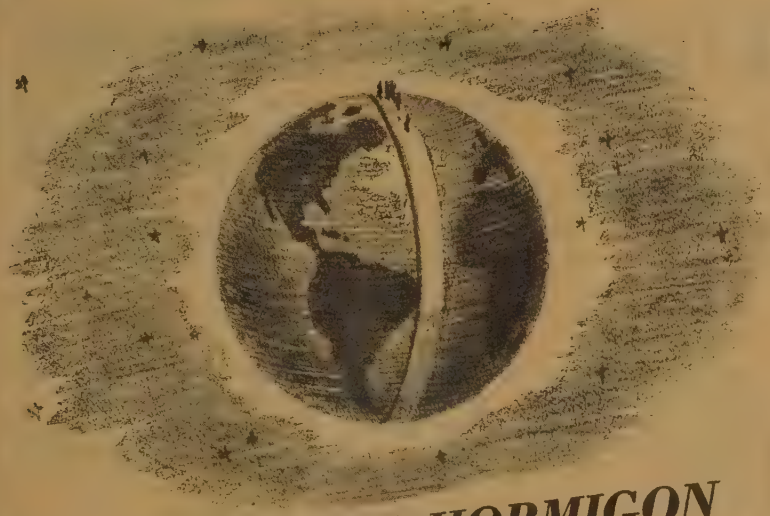
La 2ª parte del trabajo del Ing. Durrieu es completamente analítica. Después de hallar la expresión que relaciona los alargamientos y los acortamientos unitarios en las fibras con las flechas, deduce fórmulas que responden a tres supuestos, a saber: 1º variación simétrica de las tensiones, tanto en la parte lineal como en la ley parabólica. El problema se resuelve en una expresión de primer grado bastante sencilla y de cómoda aplicación; 2º variación siempre lineal en la zona extendida de la pieza, y mixtilínea (lineal y parabólica), en la comprimida. Se llega a una expresión de 3er. grado, de aplicación laboriosa, y que parece impropia porque la hipótesis no condice con las propiedades elásticas del leño a tensión y compresión, en muchos casos; 3º variación lineal y parabólica disimétricas. La fórmula obtenida es de 4º grado, muy molesta para ser aplicada.

Cotejando los valores de las tensiones obtenidas con las tres expresiones, se comprueba que, prácticamente, basta usar la primera y desechar la segunda.

Las fórmulas halladas por Durrieu traen una mejora, pues las tensiones halladas con ellas se aproximan bastante a las de la tracción simple experimentadas; estima el autor que la tensión de rotura es lo más fidedigno que puede determinación en la experimentación, porque corresponde a un fenómeno visible e indiscutible. No ocurre otro tanto con la compresión, según lo ha demostrado Durrieu en el estudio experimental, y cree aquél que por el camino seguido, no se llegará a nada mejor. Podrá ensayarse un cambio de hipótesis en lo relativo a la curva de la ley de variación de las tensiones, cuando se disponga de una nueva serie de ensayos; a tal efecto se propone el autor realizar nuevas experiencias: « Hasta aquí sólo sabemos que las tensiones de flexión y la altura de las probetas al cuadrado, varían en razón inversa. No tenemos elementos de juicio para saber de qué manera influye en dichas tensiones el ancho de las probetas. Unicamente cabe afirmar que la proporción inversa simple admitida con la hipótesis de Navier, no es exacta. En otros términos, en el módulo de resistencia, un factor es exacto (prácticamente al menos), y es h^2, pero b no entra así, sino en una medida que ignoramos ».

El Ing. Durrieu pertenece al grupo, reducido, de verdaderos hombres de estudio que trabajan silenciosamente, alejados de todo boato y ostentación, únicos que honran dignamente a la ciencia.

Hacemos votos por el éxito de sus futuras investigaciones.



UN CAMINO DE HORMIGON ALREDEDOR DEL MUNDO

102.000.000 DE BOLSAS DE CEMENTO

Con 102.000.000 de bolsas de cemento, se podría construir un camino de hormigón de 3 metros de ancho, 14 ctms. de espesor y 40.000 kilómetros de longitud, o sea el equivalente de una vuelta total alrededor del mundo.

102.000.000 de bolsas de cementos "SAN MARTIN" e 'INCOR', es el total despachado hasta la fecha, cifra que constituye una prueba elocuente de la participación de esta industria argentina en el desarrollo y progreso de la construcción pública y privada del país en los últimos 22 años.

102.000.000 de bolsas despachadas hasta el presente, ratifican las tres características que a través de los años ha consagrado la organización de los cementos "SAN MARTIN" e 'INCOR'

CALIDAD - SERVICIO - COOPERACION

CEMENTO SAN MARTIN PORTLAND

COMPAÑIA ARGENTINA DE CEMENTO PORTLAND

CEMENTO PORTLAND "INCOR" ENDURECIMIENTO RAPIDO

RECONQUISTA 46, BUENOS AIRES • SARMIENTO 991, ROSARIO

CE 160

COMPAÑIA DE SEGUROS

La Comercial e Industrial de Avellaneda

SOCIEDAD ANONIMA

Incendio **Cristales**

Avda. Mitre 429 (piso 1°) - Avellaneda — Unión Telefónica 22-7941

EL COMERCIO

COMPAÑIA DE SEGUROS A PRIMA FIJA

MAIPU 53 - Bs. As. - U. T. 34, DEFENSA 2181

VIDA - INCENDIOS - AUTOMOVILES

MARITIMOS - CRISTALES - GRANIZO

Presidente: Ernesto Mignaquy *Gerente:* E. P. Bordenave

COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA

SUD AMERICA

Av. R. SAENZ PEÑA 530 - BUENOS AIRES

La más poderosa y difundida en el país.

Seguros de Vida en vigor

$ 314.049.622 m/l.

Reservas Técnicas:

$ 51.579.226 m/l.

Pagado a Asegurados y Beneficiarios desde 1923

$ 99.933.945 m/l.

Emblema de CALIDAD CONSAGRADA

Cuando Vd. vea un producto con este monograma, puede estar seguro de que es lo mejor que produce la industria.
Este emblema identifica a la Compañía que cuenta con 400 hombres de ciencia en sus Laboratorios de Investigaciones.

En la marcha del progreso, la General Electric va a la vanguardia. Y mantiene la iniciativa para producir *científicamente* a menor costo, a fin de que más gente pueda disfrutar de los beneficios derivados de la electricidad.

GENERAL ELECTRIC
SOCIEDAD ANONIMA

Tucumán 117, Bs. Aires. Corrientes 732, Rosario

Seguros

de

Vida • Incendios
Automóviles • Marítimos
Accidentes Individuales y
Colectivos

Capital suscripto	$ c/l. 3.000.000.—
Capital integrado	$ c/l. 1.800.000.—
Reservas	$ c/l. 9.538.000.—
Total de Garantías	$ c/l. 12.538.000.—

Pagos a los Asegurados y Beneficiarios $ c/l. 29.515.000—.

"La Germano-Argentina"
Compañía de Seguros S.A.

MAIPU 262 — **Buenos Aires**

CRISTALERIA

Magnin y Bolognini

M. y B. M. R.

Envases de Vidrio

Escritorio:
Caseros 3121
U. T. 61-0212

Fabrica:
Tabaré 1630
U T 61-3800

COLUMBIA

SOCIEDAD ANONIMA DE SEGUROS

•

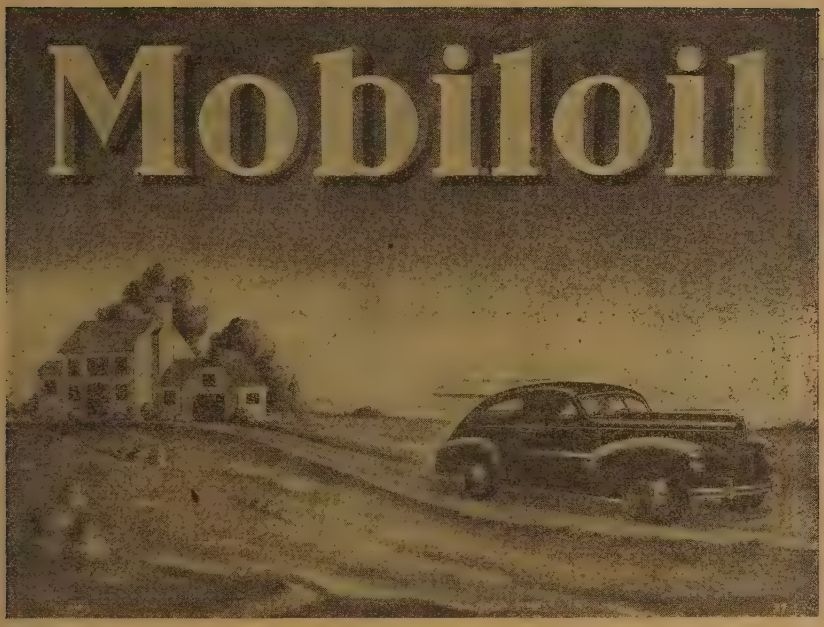
Secciones habilitadas:

INCENDIO - AUTOMOVILES

☆ ACCIDENTES - MARITIMOS

VIDA - CRISTALES

RIVADAVIA 409 BUENOS AIRES U. T. 33 - 8261 (Av.)



"LA ROSARIO"

COMPAÑIA ARGENTINA DE SEGUROS

1888 - 53 años de intachable actuación - 1941

CAPITAL INTEGRADO
Y RESERVAS
11.036.811.66 c/l.

SINIESTROS PAGADOS
DESDE SU
FUNDACION
27.201.372.27 c/l.

SECCIONES:

INCENDIOS
VIDA
AUTOMOVILES
ACCIDENTES
DEL
TRABAJO
CRISTALES

CASA CENTRAL:

Buenos Aires

AV. DE MAYO 715

U. T. 33, (Avenida) 3545

ARIENTI & MAISTERRA

EMPRESA CONSTRUCTORA

Caños de hormigón armado para desagües pluviales.

Caños corrugados de concreto simple, aprobados por Obras Sanitarias de la Nación para obras domiciliarias.

Absoluta Impermeabilidad.

MARCA REGISTRADA

SI SU PROVEEDOR NO LOS TIENE PIDALOS A SUS FABRICANTES

Av. VELEZ SARSFIELD 1851 - U. T. (21) 0075 - BUENOS AIRES

COMPAÑIAS ARGENTINAS DE SEGUROS

"LA ESTRELLA" S. A. Y "AMERICA"

PARA SUS BIENES ASEGURABLES, LES OFRECEN SUS AMPLIAS GARANTIAS CIMENTADAS EN SU LARGA TRAYECTORIA DE VIDA ASEGURADORA

Teléfonos:
U. T. 31, 2747 - 2890 - 2727

471 - SAN MARTIN - 475
BUENOS AIRES

SOCIOS ACTIVOS

Abrines, Héctor Aníbal
Aguilar, Félix
Albizzati, Carlos M.
Alessi, Juan M.
Alvarez de Toledo, Belisario
Allende Lezama, Luciano P.
Amoretti, Alejandro R.
Anchorena, Juan E.
André, Enrique de
Añón Suárez, Vicente
Aparicio, Francisco de
Arce, Manuel J.
Arnaudo, Silvio J.
Avila Méndez, Delfín
Bado, Atilio A.
Bachmann, Ernesto
Baglietto, Eduardo E.
Balbiani, Atilio
Baliani, Luis M.
Bancalari, Agustín
Bandoni, Alfredo J.
Barabino Amadeo, S.
Barral Souto, José
Barrancos, Leónidas A.
Becke, Alejandro von der
Berrino, Juan B.
Bertino, José Carlos
Bertomeu, Carlos A.
Besio Moreno, Nicolás
Bianchi Lischetti, A.
Biggeri, Carlos
Blanchard, Everard E.
Blaquier, Juan
Blasco, José
Boaglio, Santiago
Bolognini, Héctor
Bonanni, Cayetano A.
Bonello, Roberto
Bontempi, Luis
Bordas, Alejandro F.
Bordenave, Pablo E.
Borzi, Ana María
Bosch, Gonzalo
Bosisio, Anecto J.
Bottaro, Juan C.
Bozzini, Luis (h.)
Briano, Juan A.
Buich, Raúl
Bula,Clotilde A.
Bunge, Juan C.
Buontempo, Guillermo
Burkart, Arturo
Busso, Eduardo B.
Butty, Enrique
Buzzo, Alfredo
Caillet Bois, Teodoro
Canale, Humberto
Capelli, Pedro F.
Capurro, Roberto H.
Carabelli, Juan José
Carbone, Esteban
Carbonell, José J.
Cárcova, Enrique de la
Carelli, Antonio
Carelli, Humberto H.
Caride Massini, Pedro
Carman, Ernesto
Carnigila, José
Casacuberta, Antonio
Castellanos, Alberto
Castello, Manuel F.
Castiñeiras, Julio R.
Ceppi, Héctor
Clos, Enrique C.
Cock, Guillermo E.
Coni Bazán, F. A.
Curti, Orlando P.
Curutchet, Luis
Chanourdie, Carlos C.
Chanourdie, Enrique
Chedufau, Edmundo C.
Chizzini Melo, Aníbal F.
D'Ascoli, Lucio
Damianovich, Horacio
Dassen, Claro C.
Dasso, Ricardo L.
De Cesare, Elías A.
De Fina, Armando L.
De Nardo, Juan B.
Dennler, Jorge
Deulofeu, Venancio
Díaz, Emilio C.
Díaz, Emilio L.
Dieulefait, Carlos E.
Doello-Jurado, Martín
Dobranich, Jorge W.
Domínguez, Juan A.
Dubecq, Raúl E.
Dueñas, José
Duhau, Luis
Dupont, Enrique
Durañona y Vedia, A.
Durrieu, Mauricio
Escudero, Antonio
Escudero, Pedro
Faré, Santo S.
Fernández, Alberto J.
Fernández Díaz, A.
Fernández, José S.
Fernández Long, S.
Fesquet Alberto E. J.
Figini, Angel
Figuerero, Hernando W.
Fischer, Gustavo Juan
Flores, Emilio M.
Florit, Carlos J.
Fossa Mancini, E.
Franceschi, Alfredo
Frenguelli, Joaquín
Fürnkorn, Divico A.
Gadda, Carlos Manuel
Gaffuri, Domingo
Galmarini, Alfredo G.
Gando, Alfredo R.
Gandolfi Herrero, Augusto
Gandolfo, José S.
Gascón, Alberto
Gaspar, Fernando L.
Gaviña Alvarado, Elías R.
Géneau, Carlos E.
Gerardi, Donato
Ghiglíazza, Sebastián
Giagnoni, Bartolomé E.
Giannone, José
Giusti, Leopoldo
Gottschalk, Otto
Grieben, Arturo
Gutiérrez, Ricardo J.
Herbin, Luis A.
Hermitte, Enrique
Herrera Vegas, M.
Herzer, Bernardo
Hickethier, Carlos F.
Hofmann, Herbert
Houssay, Bernardo A.
Hoyo, Arturo
Igartúa, Luis María
Irigoyen, ,Luis H.
Ivanissevich, Ludovico
Jorge, José M.
Jakob, Cristofredo
Kervor, Juan B.
King, Diarmid O.
Kinkelin Pelletán, Eugenio de
Kinkelin Pelletán, J. C. de
Knie, Guillermo
Knoche, Walter
Kraglievich, Nicolás T.
Krapf, Eduardo
Labarthe, Julio
Lagunas, Simón
La Menza, Francisco
Laporte, Luis B.
Larco,Esteban
Lasso, Alfredo F.
Latzina, Eduardo
Leguizamón Pondal, Martiniano
Liebermann, José
Ligniéres, Roberto
Lizer y Trelles, C. A.
Lombardi, Alberto
López Sommaschini, Antonio J.
Loyarte, Ramón G.
Lugones, Arturo M.
Llauró, José
Magnin, Jorge
Mainini, Carlos
Mallol, Emilio
Mamberto, Benito
Manera, Edmundo
Marcó del Pont, E.
Marchionatto, Juan B.
Martignone, Eduardo
Martini, Ardoino
Marotta, F. Pedro
Marotta, R. Armando
Mazza, Sigfrido C.
Méndez, Julio
Meoli, Gabriel
Meoli, Humberto
Mercau, Agustín
Meriggi, Juan C.
Mermoz, Francisco A.
Micheletti, José A.
Molfino, José F.
Molle, Clotilde C.
Montes, Vicente E.
Moragues Bernat, Jaime
Moreno, Evaristo V.
Mouchet, Enrique
Muratti, Natalio
Nágera, Juan José
Natale, Alfredo
Natale, Ernesto
Negrete, Lucía
Negri, Mario L.
Nielsen, Juan
Ogloblin, Alejandro
Oliveri, Alfredo E.
Ortiz, Aníbal A.
Ortiz de Rosas, Jorge
Otamendi, Gustavo
Ottonello, Héctor
Ottonello, Néstor J.
Páez, José María
Page, Franklin Nelson
Paitoví, y Oliveras A.
Paquet, Carlos
Parodi, Edmundo
Parodi, Lorenzo R.
Pastore, Franco
Paz Anchorena, José M.
Pérez Hernández, A.
Pérez Martínez, Aníbal
Perrone, Cayetano
Pestalardo, Agustín
Pini, Aldo S.
Pistarelli, Julio A.
Plá, Cortés
Platz, Hubert
Posadas, Carlos
Quinos, José Luis
Quinterno, Bruno F.
Quiroga, Pedro R.
Raimondi, Alejandro
Raffo, Bartolomé M.
Ramaccioni, Danilo
Ramallo, Carlos M.
Ratto, Héctor R.
Rebuelto, Antonio
Rebuelto, Emilio
Reece, William Arber
Repetto, Blas Angel

Repossini, José
Rissotto, Atilio A.
Rizzoli, Ricardo H.
Robles, Angel A.
Rodríguez Aravena, S.
Rodríguez, Miguel
Roffo, Angel H.
Roffo, Juan
Roldán, Raimundo
Rokotnitz, Otto
Rossell Soler, Pedro
Ruata, Luis E.
Rumi, Tomás J.
Ruiz Moreno, Isidoro
Ruiz Moreno, Adrián
Sabaria, Enrique
Salomón, Hugo
Sampietro, Adolfo D.
Sánchez Díaz, Abel
Sánchez, José Ricardo
Sánchez, Gregorio L.
Sanromán, Iberio
Santángelo, Rodolfo
Sarhy, Juan F.
Sarrabayrouse, Eugenio
Savon, Marcos A.
Schnack, Benno J.
Schulz, Guillermo
Selva, Domingo
Selzer, Samuel
Sesma, Angel
Sheahan, Juan F.
Simonoff, Miguel
Simons, Hellmut
Siri, Luis
Sobral, Arturo
Solari, Emilio F.
Solari, Miguel A.
Somonte, Eduardo
Sordelli, Alfredo
Soler, Frank L.
Spinetto, David J.
Spota, Víctor J.
Storni, Segundo R.
Taiana, Jorge
Tarragona, José
Tello, Eugenio
Torre Bertucci, Pedro
Torello, Pablo
Tossini, Luis
Trelles, Rogelio A.
Trucco, Sixto E.
Valeiras, Antonio
Valentini, Argentino
Valentinuzzi, Máximo
Vallebella, Colón B.
Vallejo, Segundo E.
Vanossi, Reinaldo
Varela Gil, José
Veyga, Francisco de
Vidal, Eduardo
Vignati, Milciades A.
Vignaux, Juan G.
Villalobos Domínguez, Cándido
Vinardell, Alberto
Volpatti, Eduardo
Wainer, Jacobo
Wunenburger, Gastón
Wauters, Carlos
Wernicke, Raúl
White, Guillermo J.
Williams, Adolfo T.
Yepes, José
Zamboni, Agustín
Zappi, Enrique V.
Zuloaga, Angel M.

SOCIOS ADHERENTES

Bazzanella, José
Carrera, César J. M.
Cotlar, Mischa
Chiodin, Alfredo S.
Elizondo, Francisco M.
Ferramola, Raúl
García, Eduardo D.
Gorchs, Agustín C.
Greenway, Daniel J.
Krieger, Gordon C.
Laclau, Juan Pedro
Mailhos, Luis E.
Milesi, Emilio Angel
Monteverde, José J.
Recoder, Roberto F.
Repetto, Cayetano
Reynal, Jorge E.
Rusconi, Carlos
Sadosky, Manuel
Stacco, Alberto Carlos
Tortorelli, Lucas A.
Viticcioli, Fernando
Wechsler, Wolf

CASAS ADHERENTES

Angel Estrada y Cía.
Benvenuto y Cía.
Caminos y Construcciones Argentinas - CYCA
Compañía General de Construcciones
De la Puente y Bustamante
D'Elia, Antonio
Establecimientos Industriales "Febo"
Italo Argentino Puricelli
Latham Urtubey, Agustín O.
Lutz, Ferrando y Cía.
Hijos de Atilio Massone
Otto Hess, S. A.
Peña, Guillermo A.
Jacobo Peuser, S. A. Ltda.
Polledo Hnos. y Cía.
Rezzani y Esperne
Rivara y Cía.
Siemens-Bauunion
T. Gr. "Tomás Palumbo"
Wayss y Freytag

SOCIO VITALICIO

Huergo, Eduardo María

MIEMBROS PROTECTORES DE LA ORGANIZACION DIDACTICA DE BUENOS AIRES

Anchorena, Juan E.
Besio Moreno, Nicolás
Tornquist, E. y Cía. (Lda).

SECCION CORDOBA

COMISION DIRECTIVA

Presidente delegado, Dr. Juan Olsacher; Secretario, Prof. Tulio Mácola; Tesorero, Agrº Bernardo Pilotto.

SOCIOS ACTIVOS

Brandan, Ramón A.
Broglia, Alberto A.
Carlomagno, José
Chaudet, Enrique
Deheza, Eduardo
Esteban, Fernando
Fernández, Miguel
Fontana, Lorenzo F.
Godoy, Salvador A.
Hosseus, Carlos Curt
Mácola, Berardo A.
Mácola, Tulio
Mirizzi, Pablo Luis
Olaf Lützow, Holm
Olsacher, Juan
Padula, Federico

Pasqualini, Clodoveo
Peláez, J. Gambastiani de
Pilotto, Bernardo
Ponce Laforgue, Carlos
Rothlin, Edwin
Vercello, Carlos
Yadarola, Mauricio L.
Zimmer, Meade L.

SECCION SANTA FE

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Ingº Quím. Guillermo Berráz; Vice-presidente, Ingº Agr. Bruno Santini; Secretario de correspondencia, Ingº Quím. Oscar S. Mallea; Secretario de actas, Per. Quím. Víctor S. Nicollier; Tesorero, Ingº Quím. Rafael O. Méndez; Vocales titulares: Prof. Rolando Hereñú e Ingº Agr. Arturo Ragonese; Vocales suplentes: Ingº Francisco E. Urondo e Ingº Quím. José Salgado; Encargado de Publicaciones, Ingº José Babini; Encargado de Canje, Ingº Quím. Rodolfo Rouzaut.

SOCIOS ACTIVOS

Anadón, Leónidas
Ariotti, Juan Carlos
Babini, José
Berraz, Guillermo
Bertuzzi, Francisco A.
Bossi, Celestino
Cerana, Miguel
Claus, Guillermo
Cohan, Marcos
Courault, Pablo
Crouzeilles, A. L. de
Cruellas, José
Christen, Carlos
Christen, Rodolfo G.
Fester, Gustavo A.
Giscafre, Lorenzo
Gollán, Josué (h.)
González G., Wenceslao
Hereñú, Rolando
Hotschewer, Curto
Juliá, Tolrá Antonio
Kleer, Gregorio
Lachaga, Dámaso A.
Lexow, Siegfried G.
Mai, Carlos
Mallea, Oscar S.
Mántaras, Fernando
Martino, Antonio E.
Méndez, Rafael O.
Minervini, José
Montpellier, Luis Marcos
Mounier, Celestino
Muzzio, Enrique
Nicollier, Víctor S.
Nigro, Angel
Niklison, Carlos A.
Oliva, José
Peresutti, Luis
Plazza, José
Piñero, Rodolfo
Pozzo, Hiram J.
Puente, Nemesio G. de la
Ragonese, Arturo E.
Reinares, Sergio
Rouzaut, Rodolfo
Salaber, Julio
Salgado, José
Santini, Bruno L. P.
Schivazappa, Mario
Simonutti, Atilio A.
Tissembaum, Mariano
Urondo, Francisco E.
Vergara, Emilio A.
Virasoro, Enrique
Zárate, Carlos C.

SECCION MENDOZA

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. Eduardo Carette; Vice-Presidente, Ingº Cayetano C. Piccione; Secretario, Sr. Adrián Ruíz Leal; Tesorero, Sr. Manuel Tellechea; Bibliotecario, — —
Vocales: Dr. Juan B. Lara; Ingº Juan P. Toso; Ing Angel Stura; Sr. Ranulfo Rosales; Dr. Juan P. Paganotto; Dr. Mario Bidone.

SOCIOS ACTIVOS

Ayala Castagnino, G.
Bacal, Benjamín
Benegas, Raúl
Bidone, Mario
Borsani, Carlos Pablo
Burgoa, Pedro A.
Carette, Eduardo
Croce, Francisco M.
Dodds, Leonel
Gomensoro, José N.
Jofré, Alberto L.
Lara, Juan B.
Lombardozzi, Vicente P.
Minoprio, José D. J.
Navarro Correas, José A.
Paganotto, Juan P.
Patiño, Roberto V.
Piccione, Cayetano C.
Ponce, José Raúl
Rosales, Ranulfo S.
Ruíz Leal, Adrian
Sáez Medina, Miguel
Serra, Luis Angel
Silvestre, Tomás
Suárez, Jorge Carlos
Tellechea, Manuel
Toso, Juan P.

SECCION LA PLATA

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. Alberto E. Sagastume Berra; Secretario, Dr. Roberto A. Crespi Gherzi; Tesorero, Dr. Carlos J. B. Teobaldo; Vocales: Dr. Humberto Giovambattista, Dr. Ernesto R. Sabato, Dr. Tomás Pera, Ingº Manuel Ucha Udabe.

SOCIOS ACTIVOS

Alsina Fuertes, Fidel
Angli, Jerónimo
Arroyo Basaldúa, Víctor M.
Brau, Eduardo F.
Burgueño, José Luis
Coria, Pedro E.
Cortelezzi, Juana

Crespi Gherzi, Rodolfo A.
Christmann, Federico E.
Daló, Héctor R.
Gascón, Jorge
Gershánik, Simón
Giovambattista, Humberto
Indá, Carmen
Landolfi, José María
Lisarán, Fernando
Lockart, Carlos E.
Loedel Palumbo, Enrique
Mac Donagh, Emiliano J.
Madrid, Diógenes
Magliano, Hilario
Márquez, Aníbal R.
Marmonti, Angel
Massimino, Blas
Méndez, José D.
Mignanego, Alberto Armando
Nico, Raúl
Oliva, Virgilio
Paternosto, Pedro G.
Pera, Tomás Carlos
Platzceck, Ricardo P.
Ringuelet, Emilo J.
Romano Yalour, Juan G.
Sabato, Ernesto R.
Sabato, Juan
Sáez, Francisco A.
Sagastume, Carlos A.
Sagastume Berra, A. E.
Scheggia, Eduardo R.
Teobaldo, Carlos
Trejo, César A.
Ucha Udabe, Manuel
Vucetich, Danilo C.
Wilkens, Alejandro

SECCION TUCUMAN

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Ingº Arturo M. Guzmán; Secretario, Dr. Luis N. Pizzorno; Tesorero, Dr. Félix Cernuschi; Vocales: Dr. José Würschmidt, Dr. Alejandro Terracini, Dr. O. Rodolfo Pepe, Dr. Dacio Deza Cenget.

SOCIOS ACTIVOS

Altieri, Radamés A.
Blaisten, Raúl J.
Boggiatto, Dante E.
Cernuschi, Félix
Cetrángolo, Guillermo
Conceiçao de la Cruz, Alfonso
Cross, William E.
Cuenya, Carlos (h.)
Descole, Horacio R.
Deza Cenget, Dacio
Escalante, Dardo A.
Fontana, Iván R.
Freiberg, Salomón
Fonio, Osvaldo A.
Frondizi, Risieri
Greve, Walther
Guzmán, Arturo M.
Hernando Balmori, Clemente
Herrera, Félix E.
Ibáñez, Adolfo P.
Jung, Walter
Lázaro, Juan F. de
Lebrón, Enrique Juan
Manoff, Isaac
Novillo, Napoleón R.
Peirano, Abel A.
Peña Guzmán, Solano
Pepe, O. Rodolfo
Pizzorno, Luis N.
Robín, Maximiliano V.
Rodríguez Marquina, Elio
Rohmeder, Guillermo
Saleme, Ernesto M.
Sánchez Reulet, Aníbal
Santillán, Luis A.
Santillán, Prudencio
Schegg, Alfredo
Soria Bravo, Custodio
Sorol, Rafael V.
Storni, Julio S.
Terracini, Alejandro
Treves, Renato
Valenghi, Alejandro S.
Verna, Luis C.
Virla, Eugenio F.
Würschmidt, José

SOCIOS CORRESPONDIENTES

Aguilar y Santillán, R.	México
Alvarez, Antenor	Sgo. del Estero
Amaral, Afranio de	San Pablo (Br.)
Avendaño, Leónidas	Lima
Bachmann, Carlos J.	Lima
Bolívar, Ignacio	Madrid
Bonarelli, Guido	Gubbio (It.)
Borel, Emile	París
Bragg, William Henry	Londres
Bruch, Carlos	Olivos (Bs. As.)
Cabrera, Blás	Madrid
Campos Porto, Pablo	Río de Janeiro
Carabajal, Melitón M.	Lima
Chester Bradley, J.	Ithaca, N. Y.
Darmois, Eugenio	Nancy (Fr.)
Darmois, Georges	París
Dávila, Rubén	Santiago (Ch.)
Escomel, Edmundo	Lima
Fiebrig, Carlos	Munich (Al.)
Fontecilla Larrain, Arturo	Santiago (Ch.)
Fort, Michel	Lima
García Godofredo	Lima
González del Riego, Felipe	Lima
Goodspeed, Thomas H.	Berkeley, Cali.
Greve, Germán	Santiago (Ch.)
Guinier, Philibert	Nancy (Fr.)
Hadamard, Jacques	París
Haurian, Luciano	Bruselas
Hernández, Juvenal	Santiago (Ch.)
Hijar y Haro, Luis	México
Janet, Pierre	París
Jiménez de Asúa, Luis	Madrid
Keiper, Guillermo	Berlín
Langevin, Paul	París
Levi Peppo	Rosario
Levi Civita, Tulio	Roma
Lobo, Bruno	Río de Janeiro
Mardones, Francisco	Santiago (Ch.)
Molina, Enrique	Concep. (Ch.)
Monjaráz, Jesús E.	México
Montel, Paul	París
Moretti, Gaetano	Milán
Oliver Schneider, Carlos	Concep. (Ch.)
Pereira d'Andrade, Lencastre	Nova Goa (I. P.)
Perrin, Tomás G.	México
Perrine, Carlos D.	Córdoba
Pi y Suñer, Augusto	Barcelona
Porter, Carlos E.	Santiago (Ch.)
Reyes Cox, Eduardo	Santiago (Ch.)
Rosenblatt, Alfred	Lima
Rowe, Leo S.	Wáshington
Tello, Julio C.	Lima
Terracini, Alejandro	Tucumán
Valle, Rafael H.	México
Vélez, Daniel M.	México
Villarán, Manuel V.	Lima
Vitoria, Eduardo	Barcelona